



UAGro
Dirección General de
Posgrado e Investigación

<http://tlamati.uagro.mx>

Comité Editorial

Consejo Editorial

Dr. Javier Saldaña Almazán (Presidente)
Dra. Berenice Illades Aguiar (Secretaria)
Dr. Justiniano González González (Vocal)
M. C. José Luis Aparicio López (Vocal)
Dr. Crisólogo Dolores Flores (Vocal)
Dr. Oscar Talavera Mendoza

Editor responsable

Dr. Oscar Talavera Mendoza
Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez



Fotografía de la portada: Cartel del VI Congreso Internacional de Computación México-Colombia, CICOM 2016. Autor: SUVUAGro. Universidad Autónoma de Guerrero.

Editores por áreas del conocimiento

Dr. Elías Hernández Castro
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Agropecuarias

Dr. José Legorreta Soberanis
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Dr. José Francisco Muñoz Valle
Universidad de Guadalajara

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Dr. José María Sigarreta Almira
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Exactas y Matemáticas

Dr. Rodrigo Carramiñana
Southern Illinois University

Ciencias Exactas y Matemáticas

Dra. Laura Sampedro Rosas
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Ambientales y Desarrollo Regional

Dr. Ricardo Sánchez García
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

Dra. Luisa Concepción Ballester
Southern Illinois University

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

Responsable de la Edición

Dr. C. Juan Baltazar Cruz Ramírez

Coordinación Editorial

Lic. Isabel Rivero Cors
MFA Moisés Reyes Román

Corrección de estilo

M. C. Magdalena Martínez Durán

Tlamati Sabiduría; Volumen 7, Número Especial 3, 24 de Octubre 2016 es una publicación trimestral editada por la Universidad Autónoma de Guerrero, a través de la Dirección General de Posgrado e Investigación. Domicilio: Javier Méndez Aponte No. 1, Col. Servidor Agrario, C.P. 39070. Tel: (01 747) 471 93 10 ext. 3091. Chilpancingo, Guerrero, México. Site de la revista: <http://tlamati.uagro.mx>
E-mail: tlamatisabiduria@uagro.mx
Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-040817000000-102. ISSN 2007-2066. Este número se publicó el 22 de Septiembre del 2014. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación para fines didácticos.

COMITÉS

Comité Organizador Local

José Efrén Marmolejo Valle
Rene Edmundo Cuevas Valencia
Edgar Altamirano Carmona
Felicidad del Socorro Bonilla Gómez
Juan Baltazar Cruz Ramírez
Pavel Ernesto Alarcón Ávila
Juan Silvestre Salinas Valadez
Luis Octavio Gutiérrez Adame
Ángel López Martínez
Mario Mendoza Castañeda
Juan Manuel Rodríguez Vázquez
Miguel Ángel Ruiz Jaimes

Colaboradores:


Víctor Campos Salgado
María Guadalupe Corral Chino
Diego Alarcón Paredes
José Adán Catalán Osegueda
Olga Esther Silva Bonilla
Fernando Domingo Rumbo
Alberto Hernández Maldonado
Edgar Hernández Maldonado
Jesús Manuel Perulero Alcocer
Miguel Ángel Morán Delgadillo
Abel Quijada Palau
Pedro Ocampo Ayvar
Jorge Roberto Romero Bonilla

Comité Internacional

Universidad Autónoma de Guerrero
Cuerpo Académico Tecnología Web Educativa
Fundación FABBECOR-ONG
Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Universidad Americana de Acapulco
Universidad Politécnica del Estado de Morelos
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Instituto Nacional de Astrofísica, óptica y electrónica
Universidad de Cartagena
Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial

Comité Científico Internacional

Nombre	Universidad
Luis Carlos Tovar Garrido.	Universidad de Cartagena
Martín Montoy Ríos.	Universidad de Cartagena
Raúl Martelo Gómez.	Universidad de Cartagena
Yamín Moya Villa.	Universidad de Cartagena
José Alejandro López Pérez.	Pontificia Universidad Javeriana
Marco Regalia. Doctorado	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Ricardo Castaño Tamara.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Tomás Antonio Vásquez Arrieta.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Rosendo López.	Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Gloria Castellazzi.	Universidad de Pavía
Salvatore Cappadona.	Universidad de Utrecht
Édgar Altamirano Carmona.	Universidad Autónoma de Guerrero
José Antonio Jerónimo Montes.	Universidad Nacional Autónoma de México
Rene Edmundo Cuevas Valencia.	Universidad Autónoma de Guerrero
Juan Baltazar Cruz Ramírez	Universidad Autónoma de Guerrero
José Mario Martínez Castro	Universidad Autónoma de Guerrero
Nava Casarrubias Atanacio.	Universidad Autónoma de Guerrero
José Efrén Marmolejo Valle.	Universidad Autónoma de Guerrero



Eugenio Aviluz Ramírez	Universidad Autónoma de Guerrero
Mariluz Romero García.	Universidad Distrital Francisco José De Caldas
José Vicente Reyes Mozo.	Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Miguel Ángel Leguizamón Páez.	Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Roberto Emilio Salas Ruiz.	Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez.	Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Jorge Adelmo Hernández Pardo.	Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Héctor Julio Fuquene Ardila.	Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Juan Carlos Caicedo.	Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Juan Carlos Mendivelso.	Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Arles Rodríguez.	Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Sebastián Gil.	Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Luis Alejandro Bernal.	Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Laura Rodríguez.	Fundación Universitaria Konrad Lorenz
Miguel Ángel Ruiz Jaimes	Universidad Politécnica del Estado de Morelos

Índice

Eje Temático Agentes Inteligentes e Inteligencia Artificial

Nombre de la Ponencia	Autores	Pag.
Algoritmos genéticos para resolver el problema del school timetabling.	<i>Roberto Emilio Salas Ruiz Mauricio Andres Guerra Cubillos Erwin Hamid Pardo Quiroga</i>	1
Desarrollo de librería para mallado 2D mediante red neuronal.	<i>Claudio Ivan Martinez Morfin Rubén Castañeda Balderas Alberto Díaz Díaz Hernán De la Garza Gutiérrez</i>	13
Detección del anillo de colesterol en el iris a través del procesamiento de imágenes.	<i>José De Jesús Rosales Banderas Máximo López Sánchez Raúl Pinto Elías</i>	20
Diseño de un prototipo tipo alarma para la detección temprana de incendios forestales utilizando radiofrecuencia	<i>Yasmin Elena Suárez Cárdenas Luz Adriana Moyano Orjuela Juan Sebastian Cruz Mora</i>	25
Estructura comportamental de la araña lobo hembra en STATEFLOW de MATLAB.	<i>Leidy Yolanda López Osorio Sandra Milena Méndez Furque Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez</i>	30
Implementación de programación genética para el diseño de laminados de materiales compuestos.	<i>Carlos Humberto Rubio Rascon Alberto Díaz Díaz Rafael Vázquez Pérez</i>	35
Inteligencia artificial aplicada a la teoría de juegos (juego Tic Tac Toe)	<i>Jhon Ricardo Molina Rodero Paola Andrea Moncada Antonio Héctor José Pabón Ángel</i>	42
Nanosensores: una revisión general de su uso en el medio ambiente.	<i>Diego Gustavo Moreno Ortiz</i>	47
Pronósticos de tráfico IP empleando Redes Neuronales Artificiales	<i>Octavio Salcedo Brayan Reyes</i>	52
Sistema experto asistente para atender las fallas mecánicas en un sistema de transporte por cable aéreo.	<i>Alexander Gonzalez Rojo Hector Anibal Tabares Ospina</i>	61
Uso de TICs una amenaza a la salud. ¿Cuáles serán las enfermedades que tendremos en un futuro ocasionadas por las TICs?	<i>Eugenio Avilíz Ramírez Ma. Beatriz Nuñez Aguirre José Efrén Marmolejo Valle</i>	68

Eje Temático Educación con Nuevas Tecnologías.

Preparación del aula para la implementación de las TIC's en la Facultad de Ingeniería en la UAGro	<i>Valentín Álvarez Hilario Félix Molina Ángel Edgardo Solís Carmona</i>	75
Aplicación de Geogebra para calcular el área entre dos funciones.	<i>Angelino Feliciano René Edmundo Cuevas Arnulfo Catalán</i>	84

Aplicación educativa para móviles usando realidad aumentada para niños con Síndrome de Down	<i>Angélica Rojas Rodolfo Romero Laura Méndez</i>	91
Aplicación Móvil de apoyo para el aprendizaje de fracciones en el 3er ciclo de primaria.	<i>Erik Soltero Blanca Ibarra Leonardo Nevárez</i>	98
Desarrollo de un Micromundo como Objeto Virtual de Aprendizaje, para el apoyo del proceso de enseñanza – aprendizaje en la multiplicación y división de fraccionarios.	<i>Camilo Andrés León Cuervo María Alejandra Bonilla Díaz</i>	102
Desarrollo de un sitio web para la elaboración de una lista de cotejo como una herramienta tecnológica en la educación para la Universidad Politécnica del Estado de Morelos.	<i>Miguel Ángel Ruiz Jaimes Sandra Elizabeth León Sosa Luis Eduardo Menez Bahena Mayra Rodríguez Delgado</i>	106
Diseñador de Secuencias Didácticas con el Enfoque en Competencias para el Nivel Medio Superior de la UAGro	<i>Gabriel Sandoval Nava René Edmundo Cuevas Valencia</i>	110
Diseño e implementación del teclado para el aprendizaje del alfabeto braille	<i>Emmanuel González Urresti Blanca Alicia Rico Jimenez Paola Nayeli Cortez Herrera Cynthia Eugenia Enriquez Ortíz</i>	117
Diseño y construcción móvil de un sistema generador de Objetos de Aprendizaje.	<i>Adán Chávez Olivera Zaic Rebolledo Nandi Gustavo A. Alonso Silverio René E. Cuevas Valencia</i>	123
ICT tool for teaching and learning the graphical analysis of polynomial and rational functions	<i>Jairo Guerrero García Jesus Insuasti Manuel Bolaños González</i>	129
La importancia de las técnicas de conteo para la enseñanza-aprendizaje en el cálculo de probabilidades con el software Mathematica V 10.2.	<i>Miguel Apolonio Herrera Miranda Mario Hernández Hernández Israel Herrera Miranda José Luis Hernández Hernández</i>	138
Micromundo educativo para la enseñanza de la batalla de Boyacá	<i>Fabian Alejandro López Suarez Nathaly Jaimes Iguavita Juan Carlos Guevara Bolaños</i>	144
Simulador de isothermas de adsorción de Langmuir, Freundlich y Tempkin del colorante textil básico en diferentes bioadsorbentes	<i>María Del Rayo Guevara Jorge Juárez José Luis Hugo Díaz Biffano Leonardo Ismael Valle Jiménez</i>	148
Software Móvil, Audiolibros Educativos Para Niños De 5 Años.	<i>Nathaly Jaimes Iguavita Héctor Julio Fúquene Dario Sebastian Limas Cano</i>	153 -
Una experiencia educativa: el uso de Facebook en la clase de matemáticas.	<i>Sara Leticia Marin Maldonado Laura Plazola Zamora Ana Torres Mata</i>	160

Eje Temático Ingeniería de Software y Redes Inteligentes

Análisis musical de las reacciones emocionales TAE (Trastorno del espectro autista), aplicando la herramienta Arduino.	<i>Cinthia Del Carmen Balam Almeida</i> <i>David Ariel Áviles Poot</i> <i>Adrián Idelfonso Moje Chim</i>	163
Análisis y diseño de un sistema de información para una inmobiliaria.	<i>Liliana Rodríguez Páez</i> <i>Ángel Armando Ríos García</i> <i>Ricardo Rico Molina</i>	167
Arquitectura en la nube para electrocardiogramas implementados en la ropa.	<i>Iván Eduardo Blanco</i> <i>Rodolfo Romero</i> <i>Jesús Yalja Montiel</i>	172
Diseño e implementación de un laboratorio de acceso remoto colaborativo de robótica móvil.	<i>Eric Rodríguez</i> <i>Uzziel Q. Castañeda</i>	178
Evaluación de la dinámica de los nodos en una Red Ad Hoc	<i>Juan Pablo Ospina López</i> <i>Joaquín Fernando Sánchez Cifuentes</i>	184
Fusión de imágenes médicas utilizando la transformada discreta wavelet de Haar.	<i>Miller Gómez-Mora</i>	191
La Green IT apoyada por tecnologías de virtualización.	<i>Luis Felipe Wanumen Silva</i> <i>Yaqueline Garzón Rodríguez</i>	197
Optimización de un panel fotovoltaico por medio de control PID	<i>Diego Nicolas Cuesta Cuesta</i> <i>Jeison Rodrigo Huerfano Garavito</i> <i>Marco Regalia</i>	202
PRESUPUESTOS: Diseño de un Software como herramienta para el control de las finanzas de Pequeñas y Medianas Empresas.	<i>José Luis Hugo Díaz Biffano</i> <i>Jorge Juárez</i> <i>Franco Rojas López</i> <i>Vidal Armas Torres</i>	207
Sistema Colombiano de Geo-localización con agentes inteligentes para la logística de trasplante de riñón.	<i>Felix Andrés Sánchez Rivera</i> <i>Jheshua Dannand Jared Larrota</i> <i>Alferez</i> <i>Miguel Ángel Leguizamón Páez</i>	213
Sistema móvil para la seguridad personal en caso de accidentes presentados en la ciudad de Bogotá.	<i>Andrés Leonardo Hilarión Ávila</i> <i>Daniel Esteban Sánchez Rodríguez</i> <i>Sonia Alexandra Pinzón Nuñez</i>	219

Eje Temático Minería de Datos y Aplicaciones Avanzadas

Análisis comparativo de la eficiencia en los resultados de búsqueda entre ElasticSearch y Mysql Full-Text	<i>Jorge Eduardo Adan Beltrán</i> <i>Paula Andrea Bustos Higuera</i>	229
Análisis conceptual y experimental de los algoritmos de cifrado RSA y DSA-Elgamal usando software libre	<i>Wilfer Sneyder Cortés Urrea</i> <i>María Alejandra Bernal López</i>	236
Análisis teórico y funcional del algoritmo HEVC bajo ambiente de software libre.	<i>María Alejandra Bernal López</i> <i>Wilfer Sneyder Cortés Urrea</i>	242
IcontactMe: Una agenda telefónica basada en tecnologías de Internet de las Cosas.	<i>Arlene Mota Rodríguez</i> <i>Ruth A. Valdes Monterrubio</i>	249

	<i>Ana J. Valadez Zarate</i> <i>Alejandra Antonio Blanco</i>	
Implementación de un sismografo basado en Arduino	<i>Andres Leonardo Arevalo Parra</i> <i>Erwin Hamid Pardo Quiroga</i>	254
Minería de datos como estrategia para la detección del lavado de dinero	<i>Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez</i> <i>Camilo Rodríguez</i>	260
Proyecto ambiental para monitorear y alertar sobre niveles de contaminación en el río Bogotá	<i>Victor Jose Algarin Jimenez</i> <i>Lilian Yurany Pineda Vargas</i> <i>Luis Felipe Triviño Paredes</i>	266
Saiku Analytics como solución para el análisis de datos	<i>Fernando Betancourt</i> <i>Luz Adriana Peña</i>	271
Simulación del flujo de pasajeros en el sistema de transporte masivo Transmilenio S.A., dentro de la calle 100 en una hora pico.	<i>Leidy Yolanda Lopez Osorio</i> <i>Evy Fernanda Tapias Forero</i> <i>Giovanni Rodrigo Bermúdez Bohórquez</i>	276

Eje Temático Tendencias, Retos y Tecnologías en la educación.

¿Cómo indagar en matemáticas con MATLAB®?	<i>Héctor José Pabón Ángel</i> <i>Juan Carlos Herrera Estrada</i>	283
Actores del proceso de aprendizaje en educación a distancia	<i>José Efrén Marmolejo Valle</i> <i>Felicidad Bonilla Gómez</i> <i>Juan Baltazar Cruz Ramirez</i> <i>Angel López Martínez</i>	292
Aplicación móvil basada en técnicas de la agricultura de precisión para determinar que producto agrícola es más adecuado para la siembra.	<i>Jhon Alexander Chacón Torres</i> <i>Rocío Rodríguez Guerrero</i>	297
Desarrollo de instrumentación de bajo costo para la evaluación sensorial de la calidad de productos.	<i>Claudia Andreina Cantú Ramirez</i> <i>Gustavo Adolfo Alonzo Silverio</i> <i>Raúl Bruno Sánchez</i>	303
Enfoque adaptativo para la capacitación de usuarios en el sistema de “Caja de ahorro y préstamo”.	<i>Leonardo Nevarez Chavez</i> <i>Marisela Ivette Caldera</i> <i>Franco Blanca Maricela Ibarra Murrieta</i>	307
La importancia de un Juez Online como herramienta evaluativa para Maratones de Programación.	<i>Franco Esteban Córdoba Perez</i> <i>Sandra Marcela Guerrero Calvache</i> <i>Esteban Danilo Diaz Riascos</i>	313
Modelamiento y analisis sobre el consumo de energía eléctrica en la Universidad Distrital Francisco Jose De Caldas Facultad Tecnologica.	<i>Henry Mauricio Cardenas Martinez</i> <i>Jhonatan Camilo Laverde Forero</i> <i>Gerardo Castang Montiel</i>	318
Realidad aumentada móvil usada estratégicamente como herramienta educativa	<i>Yesenia Sierra Sáenz</i> <i>John Fredy León Ibagón</i> <i>Rocío Rodríguez Guerrero</i>	322
Semilleros de Programación Competitiva como apoyo a la formación de estudiantes en Maratones de programación.	<i>Sandra Marcela Guerrero Calvache</i> <i>Esteban Danilo Diaz Riascos</i>	327

	<i>Franco Esteban Córdoba Perez</i>	
Simulación, control y visión artificial en drones.	<i>Héctor Julio Fúquene Ardila</i>	333
Sistema de entrenamiento para habilidades quirúrgicas en cirugía laparoscópica con fines educativos	<i>Raúl Bruno Sánchez</i>	341
	<i>Carlos Eymard Zamacona López</i>	
	<i>Antonio Alarcón Paredes</i>	
	<i>Gustavo Adolfo Alonso Silverio</i>	
Sistema minimalista embebido de reconocimiento en tiempo real de figuras geométricas.	<i>John Jairo León Aparicio</i>	346
	<i>Henry Giovanni Valderrama Atuesta</i>	
Sistema móvil para el aprendizaje de los elementos, compuestos y reacciones químicas	<i>Leonardo Delgado Pedraza</i>	353
	<i>Rocío Rodríguez Guerrero</i>	
	<i>Oscar David Pineda Parra</i>	
Sistema Web para la Visualización de Espacios Académicos por Medio de Códigos QR, Dirigido a Estudiantes de Tecnología en Sistematización de Datos de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas.	<i>Jhonatan Moreno González</i>	360
Uso de librerías OpenCV en Java y BlueJ para diseño de interfaces en el análisis de imágenes de geles de proteínas	<i>Pedro Luis Reyes Luna</i>	
	<i>José Vicente Reyes Mozo</i>	
	<i>Jorge Juárez</i>	366
	<i>María Del Rayo Guevara Villa</i>	
	<i>José Luis Hugo Díaz Biffano</i>	
	<i>Galdy Hernández Zárate</i>	
Videojuego Educativo como Herramienta de Apoyo.	<i>Juan Camilo Castaño Ramirez</i>	372
	<i>Edgar Yesid Rodriguez Valbuena</i>	
	<i>Juan Carlos Herrera Estrada</i>	



ALGORITMOS GENETICOS PARA RESOLVER EL PROBLEMA DEL SCHOOL TIMETABLING

MAURICIO ANDRES
GUERRA CUBILLOS

Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
maoguerra007@hotmail.com

ERWIN HAMID PARDO
QUIROGA

Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
erwinpardoq@hotmail.com

Roberto Emilio Salas Ruiz
Universidad Distrital Francisco

José de Caldas
resalasr@udistrital.edu.co

RESUMEN

En este artículo se dan a conocer los resultados obtenidos de la investigación y ejecución de algoritmos genéticos para la resolución del problema del School Timetabling y la aplicación en un caso de la vida real usando el Colegio María Mercedes Carranza de la ciudad de Bogotá - Colombia para la realización de la prueba piloto y la visualización de dichos resultados.

ABSTRACT

In this paper are disclosed the results achieved from research and implementation of genetic algorithms to solve the School Timetabling problem and the application in a case of real life using the Maria Mercedes Carranza School from Bogota - Colombia for performing the pilot test and results visualization.

Palabras claves

Timetabling, Algoritmos Genéticos, Optimización.

Keywords

Timetabling, Genetics Algorithms, Optimization.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación y aplicación de algoritmos genéticos (AG) o cualquier otra técnica que ofrezca y permita la resolución del problema del Timetabling y todas sus variantes, se han vuelto

muy importantes en la sistematización de los procesos para la generación de horarios y así lograr la reducción de los tiempos y costos de realización de dichos procesos. Dado que es un problema de muy alta complejidad de resolución ubicándose dentro del estudio de Complejidad Computacional como un problema NP-Completo requiere de alta capacidad investigativa y de desarrollo para lograr obtener resultados óptimos.

Este artículo está centrado específicamente en la resolución del problema de calendarización para los colegios, más conocido como School Timetabling, mediante la implementación de algoritmos genéticos, por lo cual para el desarrollo del proyecto se hizo un alto en el estudio de la organización de los colegios en la ciudad de Bogotá, más específicamente en el Colegio María Mercedes Carranza. De allí se parte obteniendo información indispensable como lo es la asignación de los cursos, las aulas, los profesores, periodos, etc., y el estudio de las restricciones que se presentan normalmente a la hora de realizar dichas asignaciones.

La creación y codificación de un AG requiere estudiar principalmente su funcionamiento y cada una de las etapas por la cual está compuesto, por lo cual durante la ejecución de este artículo se dan a conocer cada uno de los procedimientos utilizados para la construcción de dicho algoritmo para ser aplicado al problema a resolver y finalmente ser implementado en el Colegio María Mercedes Carranza, que para este proyecto nos brinda la información de sus horarios y organización de estos para lograr así obtener resultados y estudios reales de la ejecución del algoritmo.

Teniendo en cuenta que la organización de los horarios de clase de la gran mayoría de los colegios de Bogotá y Colombia en general, se realiza de una forma muy similar, la importancia de la realización de este proyecto para sistematizar el proceso de generación de dichos horarios y la realización de las pruebas en un caso de la vida real, cobra mucha más importancia, ya que ofrece no solo a una institución, si no a todas, la posibilidad de obtener un sistema, que como se menciona anteriormente, sea capaz de realizar esta tarea de tal manera que se reduzca el coste de la operaciones y los tiempos de realización de estas.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

2. PROBLEMA DEL TIMETABLING

El problema de calendarización se puede apreciar en diferentes escenarios, motivo por el cual grupos de investigación toman este caso de estudio para optimizar los resultados y lograr soluciones de calidad. En general existen 4 tipos principales de Timetabling determinados por PATAT y su coorganizador (grupo de investigación ASAP [1]), en [artículo] se enuncian estos:

- Transport Timetabling
- Sports Timetabling
- Employee Timetabling and Rostering
- Educational Timetabling

2.1 Educational Timetabling

De esta rama del Timetabling del ámbito educativo, los principales problemas son los de programación de horarios tanto en colegios (School Timetabling) como en universidades (University or Course Timetabling), todos los anteriores requieren una eficiente asignación de recursos respetando instantes de tiempo establecidos, esto implica una serie de restricciones y preferencias derivadas de personas, instituciones, reglamentos u otras. Este tipo de programación tiene una gran complejidad, por la cantidad de variables y limitaciones. Otro campo subsecuente de la educación tiene que ver con la carga de exámenes y su calendarización (Exam o Examination Timetabling).

Dentro del universo Educational Timetabling se encuentran dos variaciones generales, como lo son la asignación de horarios escolares y la asignación de horarios universitarios los cuales difieren en ciertos aspectos que en [2] son definidos de la siguiente manera:

- Asignación de Horarios Escolares (**School Timetabling**): “También conocido como *Class-Teacher Problem*, considera el horario semanal para las sesiones de las asignaturas de una escuela o colegio. Dadas las asignaturas, profesores, bloques y una matriz de requerimientos (que establece el número de sesiones que cada profesor dicta por asignatura), el problema consiste en asignar las sesiones a los períodos de tiempo, de tal manera que ningún profesor o asignatura tenga más de una sesión en el mismo período y que todas las sesiones de la asignatura estén presentes en el horario.”
- Asignación de Horarios Universitarios (**University Timetabling**): “Este problema consiste en organizar un horario para las sesiones de un conjunto de cursos, considerando un número de salas y bloques de tiempo.”

La gran diferencia entre un horario escolar y uno universitario es la forma en la que son considerados los estudiantes, en un horario escolar pueden considerarse una entidad, debido a que es un grupo de alumnos que toman las mismas asignaturas. En el caso universitario, los estudiantes toman distintas asignaturas, por lo que se generan asignaturas en común con otros estudiantes. Existen otras medidas que difieren entre el School y el University Timetabling tal y como se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Diferencias entre School y University Timetabling

Características	Escolar	Universitario
Programación	Pocas elecciones Mallas bien estructuradas	Muchas elecciones Mallas débilmente estructuradas
Disponibilidad Profesor	Ajustado (Poseen gran carga)	Flexible (Posee carga liviana)
Salas	Pocas salas Mismo tamaño Centralizadas	Muchas Salas Variedad de tamaños Descentralizadas
Carga Estudiantes	Muy saturado Una sola jornada	Medianamente holgado Utiliza mañanas y tardes
Criterio de Optimización	Satisfacción de restricciones	Minimización de restricciones Transgredidas

Dentro del problema de creación de horarios académicos, se deben manejar diferentes restricciones para una correcta asignación, estas se dividen en dos grupos, Larrosa [3] las describe de la siguiente manera:

Restricciones Duras (Obligatorias): son condiciones de obligatorio cumplimiento, de tal manera que la violación a alguna origina un horario no valido. Son espaciales (p. ej.: la cantidad de estudiantes no debe superar la capacidad de un aula) o temporales (p. ej.: un docente no debe tener asignado dos o más cursos en un mismo bloque de tiempo), de esta manera se dice que toda restricción dura se debe satisfacer.

Restricciones Blandas (Deseadas): son restricciones que denotan preferencias del usuario, se busca que se cumplan en la medida de lo posible (p. ej.: no se desea que un profesor se traslade a diferentes aulas en una clase de dos periodos consecutivos). La violación de alguna seguirá ocasionando un horario factible, pero no de la calidad deseada.

3. ALGORITMOS GENÉTICOS

La técnica de Algoritmos Genéticos se basa en los mecanismos de selección natural de la naturaleza, donde los individuos más aptos de una población son los que sobreviven, debido a que se adaptan a los cambios de su entorno. De tal manera que estos individuos tienen mayor probabilidad de reproducirse y generar una descendencia que contenga información de sus padres, que con el paso de generaciones esta descendencia posea mejor aptitud y adaptabilidad al medio en que sobreviven.

3.1 Componentes de un Algoritmo Genético

Un algoritmo genético posee una serie de componentes:

- Una **representación de las posibles soluciones** a la problemática. Para que un algoritmo pueda iniciar, se debe definir la estructura que cada individuo debe tener, recordando que cada individuo representa una posible solución al problema, es necesario determinar la forma del cromosoma compuesto de genes. Por lo tanto un cromosoma es la estructura que contiene toda la información de una solución, comúnmente en un AG un cromosoma es una cadena binaria (0s y 1s), sin embargo, esta cadena puede tener otra codificación.
- Un procedimiento para **crear la población inicial** de posibles soluciones. Tradicionalmente la población inicial, es decir la población con que el AG va a empezar la búsqueda se inicializa de manera aleatoria, esto significa que debe existir un método para asignar valores a los genes en cada individuo de la población; por otra parte, últimamente también se ha utilizado técnicas para que no se realice aleatoriamente como el uso de redes neuronales; sin embargo, lo esencial es garantizar diversidad en la población.

- Una **función de evaluación** que clasifique a los individuos por su aptitud. En un AG es imprescindible que exista esta función para determinar qué tan apto es un individuo frente a la solución que se busca, por este motivo la función es dependiente del problema que se desea resolver y determina como el operador de selección actúa en escoger soluciones a evolucionar.

- Un **conjunto de operadores** de evolución que modifican los individuos en cada generación. Todo AG debe implementar un operador para seleccionar los individuos más aptos para reproducir; un operador de cruce, que permita combinar información genética de dos o más individuos; un operador de mutación, que pueda alterar uno o más genes para explorar otras zonas del espacio de búsqueda y un operador de reemplazo que determine que individuos pasan a la siguiente generación y cuáles no.

- Un **conjunto de parámetros** que permitan configurar al AG para ejecutarse de una manera determinada. Parámetros como el tamaño de la población, probabilidad de cruce y de mutación, criterio de término; ayudan a generalizar el AG en base al problema que se intenta solucionar.

3.2 Funcionamiento de un Algoritmo Genético

El siguiente proceso indica paso a paso el funcionamiento de un algoritmo genético:

- I. [*Inicio*] se configuran los parámetros y se genera la población aleatoria de n cromosomas (posibles soluciones).
- II. [*Aptitud*] se evalúa la aptitud $f(x)$ de cada cromosoma x de la población.
- III. [*Prueba*] si la condición de término se satisface, se detiene el algoritmo, se devuelve la mejor solución de la población actual y se dirige al paso VI.
- IV. [*Nueva población*] se crea una nueva población mediante:
 - a) [*Selección*] se selecciona los cromosomas padres, de una población, según su aptitud (cuanto mejor es la aptitud, mayor es la probabilidad de ser seleccionado).
 - b) [*Emparejamiento*] con una probabilidad de emparejamiento, dos padres se emparejan para formar a dos nuevos descendientes (hijos). Si no se realiza emparejamiento alguno, los descendientes son la copia exacta de los padres.
 - c) [*Mutación*] con una probabilidad de mutación, el nuevo descendiente muta (en alguna posición de su cromosoma).
 - d) [*Sustituir*] la nueva población generada es aplicada para otra iteración del algoritmo.
- V. [*Ciclo*] se regresa al paso II.
- VI. Fin del algoritmo.

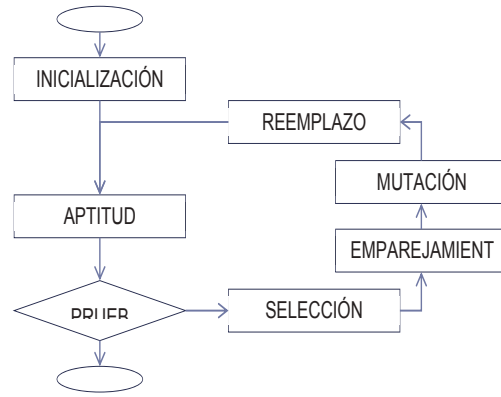


Figura 1. Pasos en un Algoritmo Genético

4. ESTUDIO DE LA SOLUCIÓN PARA EL PROBLEMA PLANTEADO

Como se detalló anteriormente, los algoritmos genéticos poseen un funcionamiento característico y se requiere establecer ciertos parámetros para lograr obtener el resultado final.

4.1 Unidad de Asignación

En el problema del Timetabling se asignan recursos a un elemento en particular, para nuestro problema en las escuelas los recursos son los docentes, aulas, materias (asignaturas) que se asignan a un grupo de estudiantes (curso) en unos periodos de tiempo.

La entidad en que vamos a asignar los recursos anteriores la llamaremos clase, la cual la definimos como la materia que pertenece a un curso impartida por un docente, con una duración, ocupando un aula determinada.

Para nuestra comodidad vamos a establecerle a la clase un identificador único que la diferencie de otras clases.

ID	MATERIA	CURSO	PROFESOR	AULA	HORAS DE DICTADO

Ya teniendo definida la unidad, nuestro algoritmo se encargará de asignar un profesor, un horario (periodos académicos) y un aula a cada clase.

Mediante un ejemplo veamos cómo es la estructura de diferentes clases: consideremos la asignatura Matemáticas del grado sexto con 4 cursos y una intensidad horaria semanal de 4 periodos académicos dictadas en las aulas asignadas a cada curso, en la tabla 2 se organizan estos datos para cada curso, si las clases se organizan en bloques académicos de 2 horas.

Tabla 2. Organización de la clase de matemáticas

Curso	Cantidad de clases	Horario de dictado
601	2	2
602	2	2
603	2	2
604	2	2

Teniendo en cuenta la tabla 2 las clases generadas de la asignatura Matemáticas del grado sexto se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Clases generadas en la asignatura matemática.

ID	Materia	Curso	Profesor	Aula	Horas
1001	Matemáticas	601		Aula 601	2
1002	Matemáticas	601		Aula 601	2
1003	Matemáticas	602		Aula 602	2
1004	Matemáticas	602		Aula 602	2
1005	Matemáticas	603		Aula 603	2
1006	Matemáticas	603		Aula 603	2
1007	Matemáticas	604		Aula 604	2
1008	Matemáticas	604		Aula 604	2

4.2 Representación del Problema

En un algoritmo genético existe una población de individuos, donde cada uno de estos representa la solución codificada de un problema. En nuestro caso el recurso que no se asigna en la estructura clase son los horarios en que se dictará dicha clase, por lo tanto la estructura del cromosoma que representará la solución de nuestro problema será una matriz de dimensión [(cantidad de periodos)*(cantidad de cursos) x 2], que contenga todos los periodos semanales y las clases de cada curso:

- Cursos: cantidad de grupos de estudiantes del colegio.
- Horas: número de horas para el dictado de clases en un día.
- Días: número de días hábiles para el dictado de clases.
- Periodos = Días * Horas

Por ejemplo, en el Colegio María Mercedes Carranza para el año 2014 se estableció que la cantidad de cursos (grupos de estudiantes) era 24, el número de horas o ranuras de tiempo es de 6 para 5 días de la semana.

Entonces,

Cursos = 24

Horas = 6

Días = 5

Periodos = 5 * 6 = 30

Retomando, nuestra matriz tendrá una dimensión [720 x 2], donde 720 se obtiene de multiplicar la cantidad de cursos por el número de periodos, mientras que 2 son las columnas de la matriz, cada una representa respectivamente:

1. Identificador del periodo académico.
2. Identificador de la clase.

En la tabla 4 se puede apreciar la estructura de cada cromosoma, representado en una matriz, donde los valores de la columna 1 (periodos) se mantendrán sin variar (estáticos), mientras que los datos de la columna 2 (clases) serán los que cambiarán de posición en el cromosoma, mediante los operadores de reproducción y mutación que se explican más adelante.

De la tabla 4 se diferencian dos tipos de letras negrillas y normal, cada uno representa el horario (calendario) de un grupo

de estudiantes (curso), es decir que los calendarios de cada curso se situarán uno debajo del otro.

Tabla 4. Estructura de un cromosoma del AG.

Periodo	Clase
1	1001
2	1001
3	1020
⋮	⋮
29	1031
30	1032
1	1003
2	1004
3	1014
⋮	⋮
29	1021
30	1022

También se puede apreciar que los alelos (valores de los genes) del cromosoma serán números enteros, es decir que la codificación utilizada es una codificación directa.

4.3 Codificación Mediante Alfabetos Duros

El tipo de codificación influye en los tipos de operadores que se puedan utilizar, de esta manera la elección del tipo de codificación se debe realizar tratando en lo posible que se refleje la naturaleza del problema.

Hay dos tipos de codificación: directa e indirecta, siendo esta última más común en la literatura y en la implementación de algoritmos mediante la representación binaria, con ventajas de cómputo y programación debido a que presenta una estructura simple [0, 1].

Sin embargo al utilizar un alfabeto binario en casos complejos, hay un costo computacional que implica traducir la solución y en muchos casos valores que no se encuentran dentro del rango permitido, por ejemplo: Si tenemos un conjunto de 20 clases para un curso determinado, utilizando combinación binaria se necesitan 5 bits para representar todas las clases, es decir $2^5 = 32$ posibles combinaciones, sin embargo al solo utilizar 20 de estas, las 12 restantes no se utilizarían ya que quedarían fuera del rango. Por el contrario, si utilizamos una codificación directa como los números enteros solo tenemos un intervalo [1, 20], además si estos números representan el identificador de cada clase, nos evitamos el procedimiento de traducir el dato y no tendremos valores fuera del rango.

Para nuestro caso el cromosoma utilizará una codificación directa mediante la representación de números enteros, evitando que los genes tomen valores fuera del espacio factible de soluciones, específicamente esto significa que, el algoritmo asigna todas y cada una de las clases de un curso a un periodo

diferente desde la primera generación (iteración) hasta la última; bajo este criterio la codificación dura protege al modelo de la violación de restricciones.

4.4 Inicialización de la Población

Definida la estructura de nuestro cromosoma, lo siguiente es pasar a la primera etapa de un Algoritmo Genético: la generación de la población inicial. Para este paso es indispensable conocer cuántos individuos van a conformar la población, parámetro que se establece previo al inicio del algoritmo.

Generalmente el proceso de iniciar la población de un Algoritmo Genético se realiza de manera aleatoria, aunque existen varios trabajos y propuestas para que esta labor se realice más guiada a la naturaleza del problema. La ventaja de inicializar la población aleatoriamente es que se obtiene diversidad en los individuos, esta diversidad es una de las causas que permite a un AG (Algoritmo Genético) alcanzar excelentes resultados con técnicas simples, ya que permite manejar un conjunto de diferentes soluciones y con el paso de las iteraciones explotarlas para obtener individuos más adaptados al problema.

Inicializar la población consiste en tomar cada individuo y asignarle un valor a cada gen del cromosoma, en nuestro caso, por cada curso se tendrá un conjunto de clases y se obtiene el identificador único de cada clase para asignarlo aleatoriamente a un índice de la matriz, con la condición que este índice pertenezca al intervalo del curso.

Un curso i , tiene asignado un conjunto de clases:

$$ListaClases_i = \{$$

Clase 1	Clase 2	...	Clase k-1	Clase k
---------	---------	-----	-----------	---------

$$\}$$

Supongamos que la matriz que representa al cromosoma está indexada a 0, de esta manera el intervalo de índices para asignar las clases es: $[(pos_i * Periodos), ((pos_i + 1) * Periodos) - 1]$, donde Periodos son la cantidad de periodos habilitados para dictar una clase y pos_i es la posición del curso i en el matriz (recordemos que un curso está debajo de otro, por tanto existe un orden de cursos en el cromosoma). Veamos el siguiente ejemplo:

Supongamos que $i = 601$, luego, este curso tiene asignado el conjunto de clases:

$$ListaClases_{601} = \{$$

ID	Materia	Curso	Profesor	Aula	Horas
1001	Matemáticas	601		Aula 601	2
1002	Matemáticas	601		Aula 601	2
1035	C. Sociales	601		Aula 601	2
1036	C. Sociales	601		Aula 601	2
1083	Educación Artística	601		Aula 601	2
1107	Educación Física	601		Aula 601	2
1138	Español	601		Aula 601	2
1139	Español	601		Aula 601	2
1172	Ética y	601		Aula 601	2

$$\}$$

	Religión				
1214	Gestión Social	601		Aula 601	2
1245	Inglés	601		Aula 601	2
1246	Inglés	601		Aula 601	2
1293	C. Naturales	601		Aula 601	2
1294	C. Naturales	601		Aula 601	2
1344	Tecnología	601		Aula 601	2

Además que la posición del curso i en la matriz es la tercera, entonces $pos_{601} = 3$, el intervalo de índices es: $[(3 * 30), ((3 + 1) * 30) - 1] = [90, 119]$ (Periodos = 30 para nuestro ejemplo).

El procedimiento a seguir es tomar la primera clase de la lista (1001) y generar n números aleatorios de los periodos académicos (30), donde n son las horas de dictado de la clase (2) y al final asignar el identificador de la clase en el cromosoma donde la columna 1 corresponda al periodo aleatorio encontrado:

En la tabla 5 se aprecia un ejemplo de inicialización del cromosoma para el curso 601.

Tabla 5. Cromosoma del curso 601.

Índice	Periodo	Clase
	⋮	⋮
[90]	1	1172
[91]	2	1172
[92]	3	1083
[93]	4	1083
[94]	5	1002
[95]	6	1002
[96]	7	1293
[97]	8	1293
[98]	9	1035
[99]	10	1035
	⋮	⋮
[110]	21	1344
[111]	22	1344
[112]	23	1107
[113]	24	1107
[114]	25	1139
[115]	26	1139
[116]	27	1036
[117]	28	1036
[118]	29	1246
[119]	30	1246
	⋮	⋮

De la tabla 5 se puede verificar que las clases con el mismo identificador se encuentran consecutivas, esto beneficia al AG porque permite dar cumplimiento de la restricción de bloques;

para conseguirlo se debe modificar el procedimiento visto en la figura anterior. De la misma forma como se inicializa un cromosoma, se puede realizar el mismo procedimiento con todos los demás individuos de la población.

4.5 Función de Evaluación y Manejo de Restricciones

Después de tener cada cromosoma de la población con valores en sus genes, es momento de determinar si estas soluciones iniciales son factibles para dar solución al problema, para ello necesitamos un criterio para evaluar. Es aquí donde el AG requiere la implementación de una función de evaluación, que como indica su nombre permita evaluar a cada individuo de la población.

La función de evaluación es creada debido a la naturaleza del problema, por lo que es diferente para cada algoritmo genético. El objetivo de esta función es evaluar cada individuo para determinar qué tan apta es la solución al problema, es decir que esta función establece que “tan buena” es una solución o el caso contrario que “tan mala”.

Para nuestro AG la función de evaluación, comprueba cada horario de clases (representado en el cromosoma) para conocer si este es viable para ser usado en la institución o colegio. El criterio de evaluación de nuestra función, lo determinan las diferentes restricciones que el horario debe cumplir ya sean obligatorias y deseadas. En [4] se propone un modelo para una función de evaluación para el problema de “University Timetabling” que se puede adaptar a nuestro problema, de tal manera que:

$$funcion_{eval} = w_o * \prod_{i=1}^n x_i + w_d * \prod_{j=1}^m y_j$$

Donde $[x_1, x_2, x_3, \dots, x_n]$ son las aptitudes calculadas para cada restricción obligatoria, mientras que $[y_1, y_2, y_3, \dots, y_m]$ representan las aptitudes para las restricciones deseadas, es decir que n es el número de restricciones obligatorias y m es el número de restricciones deseadas, de este modo:

$$x_i = \frac{1}{1 + violaciones_a_la_restriccion_obligatoria_i}$$

Es decir que una restricción obligatoria (dura) está cumplida si $x_i = 1$, dado que hay 0 violaciones a la restricción. Igualmente se dice que una restricción deseada se cumple si $y_j = 1$, ya que existen 0 violaciones.

$$y_j = \frac{1}{1 + violaciones_a_la_restriccion_deseada_j}$$

Asimismo, w_o y w_d son los pesos o penalidades de las restricciones obligatorias y deseadas respectivamente, cumpliendo que:

$$w_o + w_d = 1$$

Como se ha indicado las restricciones obligatorias deben ser cumplidas en su totalidad, es decir que para penalizar a los individuos que no cumplan con estas restricciones w_o debe ser mucho mayor que w_d ($w_o \gg w_d$).

Si una solución cumple con todas las restricciones, entonces no existe alguna violación, es decir:

$$\prod_{i=1}^n x_i = 1, \prod_{j=1}^m y_j = 1$$

Donde la función de evaluación quedaría simplificada a la suma de los pesos de las restricciones, como se especificó en párrafos anteriores esta suma es 1. De esta manera si el resultado de la función de evaluación aplicada a un individuo es 1, se concluye que éste es una solución viable al problema.

$$funcion_{eval} = w_o + w_d = 1$$

4.6 Restricciones del Problema a Evaluar

A continuación se mencionan las restricciones tanto obligatorias (duras), como deseadas (blandas), que verificará la función de evaluación con el propósito de saber que tan lejos se está de una solución perfectamente factible

4.6.1 Restricciones Duras (Obligatorias)

- **Sesiones de Clase:** Todas las sesiones (lecciones) de clase de las materias (asignaturas) deben programarse y asignarse a diferentes periodos. Se considera una violación si la lección no está programada.
- **Aulas Ocupadas:** Dos sesiones de clase no pueden ser programadas en la misma aula, durante el mismo periodo de tiempo. Se cuenta como una violación adicional cualquier sesión de clase extra en una misma aula y periodo.
- **Conflictos:** Las lecciones de clase de las asignaturas dictadas por un mismo de profesor deben programarse en diferentes periodos. Una violación ocurre si dos o más lecciones están en conflicto.
- **Días de Dictado:** Las sesiones de clase deben ser dictadas en un número x de días. Cada día por debajo de esta cantidad (x), se considera una violación.
- **Lecciones Seguidas:** Las lecciones de clase con una duración mayor a 1, que pertenecen a una misma asignatura y un mismo curso, deben ser programadas en periodos consecutivos. Si existe un bloque de clases donde sus sesiones no se encuentren seguidas, se considera una violación.
- **Disponibilidad:** Si un profesor de una asignatura no está disponible para dictarla en un periodo dado, entonces ninguna sesión de clase de debe programarse en ese periodo, que dicte ese profesor. Cada lección de clase en un periodo de no disponible para ese profesor, se cuenta como una violación.

4.6.2 Restricciones Blandas (Deseadas)

- **Distribución Intensidad Horaria:** Si una asignatura de un curso debe dictarse en 3 días de 5 disponibles, entonces debe existir 1 día entre las lecciones de clases. Si no se cumple al menos un día entre las lecciones, se considera una penalización.
- **Disponibilidad:** Esta restricción es la misma señalada en las restricciones duras, pero en este caso como una restricción deseada, se considera una penalización si una lección de clase se programa en un periodo no disponible para el profesor asignado.

Existen otras restricciones que se tienen en cuenta al resolver este problema, con las restricciones expuestas se puede lograr una solución factible. Otras restricciones se pueden encontrar en [5], como por ejemplo una restricción blanda que cumpla con la

capacidad de las aulas, y una restricción que tenga en cuenta la distancia de traslado de los estudiantes en los cambios de clase.

4.7 Criterio de Parada

Después de evaluar cada individuo de la población mediante la función de adaptación, se debe verificar si el algoritmo ha encontrado la solución del problema y debe detenerse. En nuestro AG si se cumple al menos una de las siguientes condiciones el algoritmo debe culminar:

- A. Se ha alcanzado un número determinado de iteraciones, de esta manera, antes de iniciar el AG se debe estipular el número máximo de generaciones. Este criterio es importante, porque si no se tiene en cuenta el AG nunca se detendría.
- B. Se ha detectado que un alto porcentaje de la población converge a un solo individuo, quiere decir que el algoritmo se estancó en un óptimo local.
- C. Se ha encontrado que existen 5 o más soluciones factibles al problema.

Según lo postulado en la sección anterior (Función de evaluación) un horario de clases es viable para implementar. Si el resultado de aplicarle la función de adaptación es 1.

4.8 Operadores Genéticos

Para el paso de una generación a otra se aplican una serie de operadores genéticos, es decir mientras la condición de término o parada no se cumpla se deben ejecutar los siguientes operadores cada generación:

Para el paso de una generación a otra se aplican una serie de operadores genéticos, es decir mientras la condición de término o parada no se cumpla se deben ejecutar los siguientes operadores cada generación:

Selección. Este operador genético en un AG escoge individuos para la reproducción. El proceso de selección tiene en cuenta la aptitud de cada individuo (resultado de aplicar la función de evaluación), para tomar los individuos con mejor aptitud al problema.

Existen diversos métodos para realizar este proceso de selección, el objetivo de este procedimiento es que los individuos con mejor aptitud tengan más probabilidad de ser escogidos para reproducirse. El método que nuestro AG va implementar es conocido como selección por Torneo.

4.8.1 Selección por Torneo

La idea principal de este procedimiento trata de realizar la selección en base a comparaciones entre individuos. Este método contiene de forma simultánea características aleatorias y determinísticas.

Primero se elige aleatoriamente un número p de individuos a comparar (donde p se conoce como: **tamaño del torneo**) y luego se escoge el individuo más apto del conjunto. Un tamaño de torneo común es: $p = 2$, a este torneo se le denomina **torneo binario**. En la figura 2 se puede apreciar la estructura del procedimiento.

```

Procedimiento SelecciónPorTorneo (Población, Tamaño)
// Comentario: Población es la lista que contiene los individuos evaluados.
// Comentario: Tamaño es el número que representa el tamaño del torneo.
NuevaPoblación // NuevaPoblación es la
                //Población de individuos a
                //reproducir.
Para  $i = 0$  Hasta Población.length / 2 Hacer
    Competidores // Competidores es una
                // lista de Individuos.
    Para  $j = 0$  Hasta Tamaño Hacer
        Competidores  $j =$  escogerIndividuo (Población)
    Fin Para
    Ganador = escogerGanador (Competidores)
    NuevaPoblación  $i =$  Ganador
Fin Para
Fin Procedimiento
    
```

Figura 2. Selección por torneo.

Donde **escogerIndividuo** es otro procedimiento que elige un individuo de la población de forma aleatoria. Además, **escogerGanador** es el método que determina el individuo más apto del conjunto de competidores, en nuestro AG selecciona el individuo que tenga mayor aptitud.

4.8.2 Cruce

Este operador también se conoce como emparejamiento, reproducción o crossover y es imprescindible en un AG. En este proceso se seleccionan dos (generalmente) individuos de manera aleatoria de la población obtenida del operador anterior, para cruzarlos y obtener una descendencia que contenga información de los padres, para que conformen la nueva población en la siguiente generación.

Habitualmente este operador no se aplica a todos los individuos seleccionados para emparejarse, sino que se aplica de forma aleatoria, normalmente con una probabilidad comprendida entre [0.5, 1.0). En el caso en que el operador de cruce no se aplique, la descendencia se obtiene duplicando los padres.

4.8.3 Mutación

Después de obtener una población de hijos por el operador anterior, un AG implementa el operador de mutación, en este caso se elige aleatoriamente un individuo de la población, para modificar su información, es decir cambiar el valor de uno o varios genes del cromosoma.

Al igual que el operador de cruce, la mutación se aplica con una probabilidad generalmente baja, para evitar que se pierda información valiosa heredada de los padres. El objetivo de este operador es permitir alcanzar zonas del espacio de búsqueda que no estaban cubiertas por los individuos de la población actual.

Para nuestro AG se ha decidido en primera instancia implementar el siguiente método para el aplicar el operador de mutación:

- **Mutación Heurística**

En [5] explican tipo de mutación propuesta por Cheng y Gen. Está diseñada con la técnica del vecindario para producir un hijo mejorado. A partir de un cromosoma este se transforma al intercambiar λ genes, para producir un conjunto de cromosomas considerado el vecindario; donde el mejor vecino es tomado para reemplazar al hijo, este operador sigue los siguientes pasos:

- 1) Toma λ genes aleatoriamente.

- 2) Genera vecinos de acuerdo a todas las permutaciones posibles de los genes seleccionadas.
- 3) Evalúa a todos los vecinos y selecciona el mejor como hijo mutado.

La figura 3 ilustra este procedimiento.

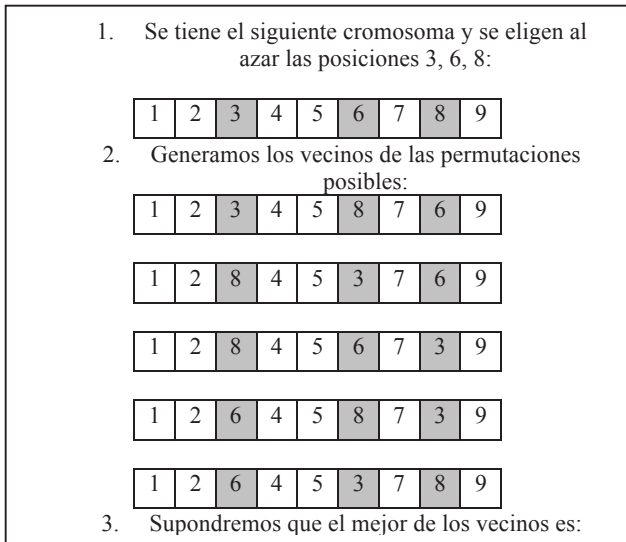


Figura 3. Proceso de mutación de un AG.

4.8.4 Reemplazo

En este operador el proceso a determinar es cómo será el reemplazo de la población actual con la población descendiente obtenida por los tres anteriores operadores expuestos.

Existen diversas técnicas para aplicar este operador, de las cuales:

- **Reemplazo de padres:** se obtiene un espacio para la nueva descendencia, liberando el espacio ocupado por los padres. Es decir, los hijos reemplazan a los padres.
- **Reemplazo de los peores:** de un porcentaje de los peores individuos de la población se seleccionan aleatoriamente los necesarios para dejar sitio a la descendencia.

Elitismo: El elitismo pertenece al proceso de reemplazo, consiste en conservar un número n de individuos o quitar un número n de malos individuos, con el objeto de no tener un retroceso evolutivo.

Un ejemplo de elitismo que se usa comúnmente y que se usará en este AG, es que el mejor individuo se mantenga en cada generación.

5. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DE LA SOLUCIÓN

En esta sección se muestran las pruebas que se realizaron para determinar los parámetros de configuración del algoritmo genético, que permiten mejorar en la búsqueda de soluciones óptimas al problema. Además se presentan los resultados para dar fundamento al análisis para la selección de la mejor

configuración, de tal manera que pueda dar solución al problema de la generación de horarios de clase.

Cabe destacar que el usuario puede configurar algunos de los parámetros en que se realizaron las pruebas, como la probabilidad de cruce y mutación, al igual que pueda configurar las diferentes restricciones que evaluará el algoritmo genético.

5.1 Introducción

Como propósito de esta actividad, se propuso encontrar una solución aproximada a través de la técnica de algoritmos genéticos para la resolución del problema de la generación de horarios académicos para los colegios o diversas instituciones escolares. Como caso de pruebas piloto se escogió el colegio María Mercedes Carranza con los datos para el periodo académico del año 2014.

5.2 Caso de Análisis

Para una correcta evaluación de los resultados se tendrán en cuenta dos casos de análisis, ambos se basan en la información del colegio mencionado para el ciclo académico del año 2014, la cual fue elaborada manualmente por el coordinador académico del colegio y demás personal responsable en la creación del horario de clases para la institución.

A continuación se describen los casos de análisis donde se realizarán las pruebas del algoritmo genético. En ambos casos se tendrán en cuenta una configuración de 30 periodos semanales para el dictado de clases, distribuidos en 6 horas de clase para 5 días de la semana.

- El primer caso de análisis, tomará el 50% de los datos para la generación de los horarios del ciclo mencionado. Este porcentaje de la información corresponde a las asignaturas que son dictadas desde el grado sexto (6to) hasta el grado octavo (8vo) de educación secundaria. En seguida se detalla los recursos tomados en cuenta para este caso:
 - Se cuenta con un total de 12 cursos. (grupos de estudiantes)
 - Se cuenta con un total de 20 docentes de diferentes asignaturas, con sus respectivas disponibilidades y preferencia de dictado.
 - Se cuenta con un total de 12 aulas asignadas para cada curso.
- El segundo caso de análisis, tomará el 100% de los datos para la generación de los horarios del ciclo mencionado. Este porcentaje de la información corresponde a las asignaturas que son dictadas desde el grado sexto (6to) hasta el grado undécimo (11mo) de educación secundaria y media. En seguida se detalla los recursos tomados en cuenta para este caso:
 - Se cuenta con un total de 24 cursos. (grupos de estudiantes)

- Se cuenta con un total de 33 docentes de diferentes asignaturas, con sus respectivas disponibilidades y preferencia de dictado.
- Se cuenta con un total de 24 aulas asignadas para cada curso.

5.3 Esquema de Pruebas

Cada prueba del algoritmo se realizará para diferentes valores de los parámetros, sin embargo para un análisis más detallado, las pruebas se realizarán con la misma población de individuos cada vez que se ejecute el algoritmo, así se consiguen resultados determinados directamente por el conjunto de parámetros a configurar.

Para medir el desempeño del algoritmo genético en base a los parámetros, como por ejemplo la probabilidad de cruce, se van a utilizar los siguientes tipos de mediciones:

El número de generaciones.

La frecuencia de éxito.

La frecuencia cantidad de soluciones.

Promedio de la mejor aptitud obtenida.

La frecuencia de ganar.

5.3.1 Prueba sobre el tamaño del Torneo

Esta prueba se realizó con el primer caso de análisis, ejecutando el algoritmo genético 10 veces y 80 generaciones para cada valor del tamaño del torneo.

Para realizar esta prueba se deciden proporcionar diferentes valores al tamaño del torneo y evaluar cuál es mejor para configurarlo, en seguida se muestra la tabla 6 que resume el resultado de la prueba.

Tabla 6. Pruebas con diferentes tamaños de torneo.

Tamaño del Torneo	Generaciones	Frecuencia soluciones	Prom. aptitud	Frecuencia mejor parámetro
2	100 %	100 %	0,94250	40%
3	100 %	100 %	0,94040	10%
4	100 %	100 %	0,93883	0%
5	100 %	80 %	0,94128	20%
6	100 %	100 %	0,94260	20%
7	100 %	90 %	0,94328	30%
8	100 %	100 %	0,94084	30%
9	100 %	70 %	0,94133	10%

Del anterior resultado de la prueba se puede decir que para todos los valores del tamaño del torneo, se consiguió llegar a las 80 generaciones establecidas. Para la columna de cantidad de soluciones los resultados arrojados traducen que para los tamaños 5, 7 y 9 no se obtuvo las 5 soluciones esperadas.

Para determinar cuál será el tamaño del torneo apropiado, se muestra el siguiente gráfico en relación a la tabla anterior, arrojando como el mejor resultado el 2 para el tamaño del torneo, destacando que es el tamaño donde existe una mayor frecuencia como el parámetro con mejor aptitud obtenida comparada con los demás.



Figura 4. Resultados de las Pruebas por tamaño del torneo

Soluciones de buena calidad y que satisfacen las necesidades del problema.

El algoritmo construido es autónomo y capaz de generar los resultados esperados.

A manera de comprobación, el algoritmo implementado nos muestra que es posible la obtención de N soluciones al problema mediante la utilización de algoritmos genéticos como nos indican sus características.

5.3.2 Prueba de Porcentaje de Cruce

Una vez definido el tamaño del torneo, es importante determinar qué porcentaje de emparejamiento guiará la búsqueda de soluciones factibles al problema. Esta prueba se realizó ejecutando el algoritmo genético 15 veces, cada una de estas, generó una sola población inicial, la cual fue iterada por cada porcentaje de ocurrencia de cruce, durante 100 generaciones.

Los porcentajes a evaluar en la prueba se encuentran en la siguiente tabla:

Porcentaje
80 %
85 %
90 %
95 %

En la tabla 7 se muestra los resultados de la prueba del parámetro de la probabilidad de emparejamiento donde el único parámetro que logro un porcentaje del 100% en la frecuencia de éxito fue 0.95 de probabilidad de emparejamiento teniendo al mismo tiempo la aptitud más alta de satisfactibilidad de las restricciones.

Tabla 7. Pruebas con porcentajes de cruce diferentes

Porcentaje de Cruce	Generaciones	Frec. Éxito	Frecuencia de Soluciones	Prom. Aptitud	Frecuencia de Mejor Parámetro
80%	100	87%	87%	0,93423268	20%
85%	100	93%	93%	0,93687937	20%
90%	100	87%	87%	0,93794403	33%
95%	100	100%	97%	0,93902842	33%

La figura 5 representa los resultados expuesto en la tabla 7.

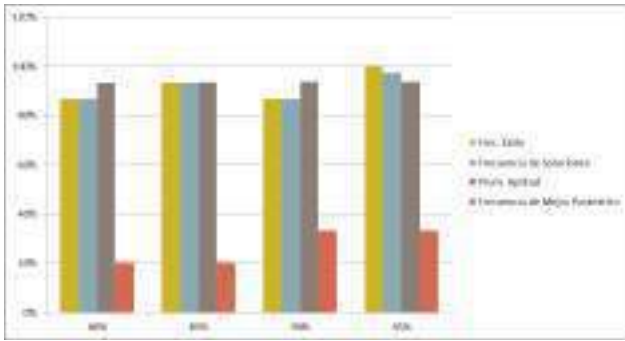


Figura 5. Resultados de las Pruebas por porcentaje de cruce.

5.3.3 Prueba de porcentaje de mutación

Otro parámetro importante en la ejecución de un algoritmo genético es determinar la probabilidad de mutación. La siguiente prueba se realizó haciendo 8 ejecuciones tomando en cuenta los parámetros de las pruebas anteriores en un total de 200 iteraciones para cada uno de los siguientes porcentajes.

Porcentaje
20 %
25 %
30 %

Los resultados de la prueba obtenida se aprecian en la siguiente tabla, donde se aprecia que el número de generaciones configuradas no se alcanzó debido a que se encontró una solución óptima al problema, es decir, con una aptitud de 1.

Tabla 8. Pruebas con porcentajes de mutación diferente.

Porcentaje de Mutación	Promedio Generaciones	Frec. Éxito	Frecuencia de Soluciones	Prom. Aptitud	Frecuencia de Mejor Parámetro
20%	107,5	100%	100%	0,98964284	63%
25%	111,5	75%	75%	0,74333333	50%
30%	96,375	100%	100%	0,9975	100%

Los resultados mostrados en la tabla 8 se muestran en figura 6, donde se visualiza que un porcentaje de mutación 30% mejora en la búsqueda de soluciones óptimas debido a que el promedio de aptitud es más cercano a 1.

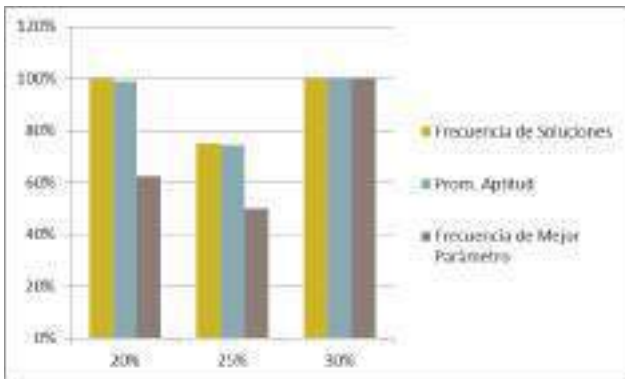


Figura 6. Resultados de las Pruebas por porcentaje de mutación.

6. RESULTADOS

Una vez es recopilados y almacenados los datos correspondientes al ciclo académico del año 2014 del colegio María Mercedes Carranza, se arrojaron los resultados mostrados a continuación:

Al finalizar con la ejecución de la aplicación, siempre se van a guardar en la base de datos las 5 mejores soluciones encontradas.

La figura 7 Muestra un ejemplo de cinco mejores soluciones encontradas con el algoritmo genético.



Figura 7. Ejemplo de 5 mejores soluciones encontradas con el AG.

Cada una de las soluciones generadas muestra un horario diferente de tal manera que se visualiza la organización final de las clases, obteniendo así cada una un horario general que cumple con todas las restricciones y parámetros requeridos.

La figura 8 muestra un ejemplo de horario obtenido.



Figura 8. Ejemplo de horario obtenido.

Una de los resultados más importante e indispensables de la generación de los horarios, es la visualización del horario de cada uno de los cursos del colegio, mostrando allí la información completa de la clase (periodo, materia, profesor, aula, curso). De allí se parte para finalmente estudiar la satisfactibilidad de las restricciones y la obtención o no de un horario óptimo.

Figura 9. Horario del salón.

La segunda instancia indispensable en la revisión de la solución es la visualización del horario de los profesores del colegio durante la semana. El sistema muestra de manera general la asignación de clases con respecto a los docentes.

Figura 10. Horario de los docentes en general

De igual manera, el sistema permite visualizar uno por uno el horario de cada uno de los profesores que dictaran las diferentes asignaturas a los cursos programados.

Figura 11. Horario de cada docente

Por último, los reportes son información para la revisión de los recursos de la institución, además, permiten la mejora en la toma

de decisiones en cambio que el usuario requiera o se vea obligado a realizar.

Figura 12. Reportes obtenidos en la aplicación.

7. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenido y teniendo en cuenta el objetivo general de este proyecto, se puede decir que se logró la realización de una aplicación computacional capaz de realizar la generación automática de horarios académicos para los colegios mediante en estudio e implementación de algoritmos genéticos.

Teniendo en cuenta los resultados de las pruebas realizadas en cuanto a la ejecución de los parámetros del algoritmo genético, se puede decir con total seguridad que la implementación de la técnica para el operador de selección conocida como el torneo binario, es decir, que el tamaño de este es de 2 individuos que compiten entre sí, cumple con su objetivo de guiar la búsqueda y escoger los mejores individuos de la población para un posterior cruce.

Una probabilidad alta para el emparejamiento de los individuos obtenidos por el método de selección permite explorar el espacio de búsqueda y garantiza diversidad en los individuos de la población, así mismo, su objetivo es que gran parte de la información genética de los padres se conserve de generación en generación, aportando mejores características a la solución a buscar.

El método de mutación heurística implementado en este proyecto permite explotar el espacio de búsqueda garantizando siempre un mejor o igual individuo, que se adapte al problema.

8. REFERENCIAS

- [1] Automated Scheduling, Optimisation and Planning (ASAP) Research Group. http://www.asap.cs.nott.ac.uk/sites/default/files/ASAP_Brochure20092011.pdf
- [2] Franco Baquero, John Fredy, Toro Ocampo, Eliana Mirledy, & Gallego Rendón, Ramón Alfonso. (2008). Problema de asignación óptima de salones resuelto con Búsqueda Tabú. Ingeniería y Desarrollo, (24), 149-175. Retrieved October 03, 2014, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612008000200011&lng=en&tlng=es.
- [3]: Larrosa J, Meseguer P. Restricciones Blandas: Modelos y Algoritmos. Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana de

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 2 (2016)

Inteligencia Artificial2003;7 Disponible
en:<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92572006>. Consultado el 1 de febrero de 2013.

[4]: Raúl Esteban Naupari Quiroz, GisselaKatheryn Rosales Gerónimo. Aplicación de algoritmos genéticos para el diseño de un sistema de apoyo a la generación de horarios de

clases para la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la UNMSM. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad e Ingeniería de Sistemas e Informática. 2010 Lima – Perú.

[5]:Cabezas Garcia, J. X.: diseno e implementacion de una heuristica para resolver el problema de calendarizacion de horarios para universidades, dissertation (), escuela superior politecnica del litoral, 2009



Desarrollo de librería para mallado 2D mediante red neuronal

Claudio Ivan Martinez Morfin
Instituto Tecnológico de Chihuahua II
cimartinezmorfin@gmail.com

Rubén Castañeda Balderas
Centro de investigación en materiales
avanzados.
ruben.castaneda@cimav.edu.mx

Alberto Díaz Díaz
Centro de investigación en materiales
avanzados.
alberto.diaz@cimav.edu.mx

Hernán de la Garza Gutiérrez
Instituto Tecnológico de Chihuahua II
hdelagarza@itchihuahuaii.edu.mx

RESUMEN

En este trabajo se presenta una librería de software capaz de generar una malla optimizada requerida en el proceso de simulación mediante el método de los elementos finitos (MEF), la cual se obtiene empleando redes neuronales. Tomando como base criterios geométricos y la evaluación de condiciones de frontera, se determina la densidad de elementos de una malla por zona de importancia en un dominio 2D. El contenido de este artículo presenta la aplicación de la red neuronal en el campo del mallado obteniendo un resultado confiable optimizando los recursos de cómputo.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

ABSTRACT

This paper presents a software library capable of generating an optimized mesh, which is required in the simulation process using the finite element method (FEM), by using neural networks. Based on geometric criteria and evaluation of boundary conditions, the density of mesh elements is determined by critical regions on a 2D domain. The content of this paper explains the application of the neural network in the field of meshing obtaining a reliable result optimizing computing resources.

Categorías y Descriptores Temáticos

Computing methodologies: Neural networks

Términos Generales

Programación, Redes neuronales, Inteligencia artificial.

Palabras clave

Método del elemento finito, mallado, redes neuronales, triangulación, inteligencia artificial.

INTRODUCCIÓN

La simulación de fenómenos físicos tiene diferentes implementaciones dentro del sector industrial y científico, donde

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

el MEF o método de los elementos finitos se ha convertido en uno de los métodos numéricos más utilizados con este fin. Para llevar a cabo un análisis mediante este método, es necesario tener en consideración diversos factores que pueden afectar la precisión del resultado, siendo el proceso de mallado uno de los pasos más relevantes [1][2].

El proceso de mallado 2D consiste en discretizar el dominio bidimensional en elementos de geometría simple, en general triángulos o cuadriláteros, en los cuales se interpola la solución de las ecuaciones mediante polinomios de las variables de espacio x y y . Para aumentar la precisión de la solución y la calidad de la malla, un procedimiento habitual es el refinamiento total del mallado, lo que se logra disminuyendo el tamaño de cada elemento e incrementado su número. Sin embargo, el aumento de elementos en una malla repercute directamente en los costos computacionales [1][3].

Otra alternativa para obtener una malla de calidad, consiste en determinar las zonas del dominio que mayor relevancia tienen y refinar exclusivamente estas áreas. El proceso para determinar áreas de interés y refinamiento requieren de un amplio conocimiento del fenómeno a resolver y del software a utilizar.

Sin embargo, el análisis y el refinamiento del mallado pueden ser realizados de manera automática empleando como solución una red neuronal, la cual determina el grado de elementos que deben presentarse en diferentes áreas del dominio[4], tomando como base los datos relevantes que posea cada zona. En este artículo se expone el desarrollo de un modelo de red neuronal capaz de analizar las características geométricas y el condicionamiento de un problema, para con ello determinar las zonas que deben de tener una mayor población de elementos de la malla en relación a su relevancia y proponer una distribución de puntos acorde.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es presentar una herramienta para generar de manera automática una malla optimizada empleando para ello una red neuronal. Esta red deberá considerar las siguientes variables en cada punto de la figura con el fin de determinar la concentración de elementos alrededor de cada uno de ellos:

- Ángulos iguales o menores a 90° .
- Longitud más corta entre los vértices conectados al punto de interés.
- Continuidad en las condiciones de frontera entre los segmentos.
- Existencia o no de una condición inicial o de frontera en el punto de interés.
- Proximidad con orificios.

METODOLOGIA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Consideraciones para generar una malla

Para poder generar una malla optimizada independiente del fenómeno físico es necesario dejar de lado las condiciones particulares de cada fenómeno y centrarse en la base operativa del MEF. Tomando como base esto último, existen dos perspectivas

desde donde se puede atacar la optimización del proceso de mallado:

a) Elementos con buena calidad:

Los elementos de una malla deben tener las siguientes consideraciones:

- Considerando el área de cada elemento: El área de cada elemento no debe exceder dos veces el área de los elementos contiguos.
- Considerando el ángulo de los elementos: los ángulos internos de cada elemento deben ser los más similares entre ellos ($\pm 5^\circ$).[3]

b) Elementos concentrados en las zonas que son más relevantes:

Las zonas de la figura que deberían de tener una mayor concentración de elementos se evalúan considerando regiones donde la solución puede cambiar de manera abrupta [2]:

- Esquinas o quiebres en el contorno de la geometría.
- Puntos donde existen cambios sobre las condiciones de frontera.
- Existencia o no de una condición inicial o de frontera.

Considerando todos los puntos anteriores es posible entonces determinar si una malla es de calidad evaluando los elementos que la componen, así como estimando las zonas en donde debería existir una mayor concentración de estos mismos.

Actualmente el proceso de optimización del mallado se puede llevar a cabo de manera automática mediante el uso de la inteligencia artificial [5], sin embargo, la mayoría de los estudios realizados presentan enfoques muy específicos, por lo cual los parámetros de evaluación que consideran diferentes herramientas de software no están contempladas para un uso general [6][7].

Análisis de la geometría

Se creó una estructura de datos capaz de representar fácilmente una geometría cualquiera. A continuación se muestran los diagramas de clase para dicha estructura. Cabe mencionar que los diagramas solo muestran los atributos que cada clase posee, los constructores y métodos para acceder a la información de cada clase son omitidos en esta representación:



Figura 1. Diagrama de clases para la representación de un polígono.

Sobre cada objeto “punto” se almacena gran parte de la información que posteriormente evalúa la red neuronal, tales como:

- El ángulo interior más agudo que se forme entre los segmentos que se conecta al punto.
- La existencia de diferentes condiciones de frontera almacenados en los segmentos que se conectan al punto.
- La existencia o no de una condición inicial propia del MEF en ese punto.
- La longitud del segmento más corto conectado al punto.
- Si está o no cerca de un orificio.

En la Figura 2 se puede ver un polígono que ejemplifica la información anterior.

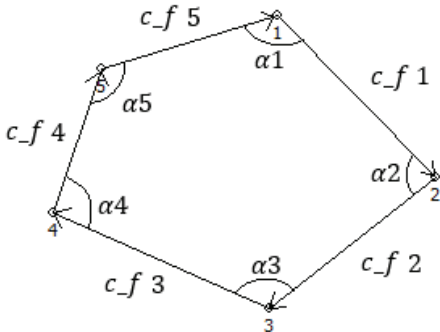


Figura 2. Ejemplo de datos recabados de una geometría.

La librería cuenta con una serie de rutinas con las cuales es posible extraer la información anterior de cualquier polígono que se represente mediante las clases mostradas anteriormente.

Diseño de la red neuronal y análisis de la información

Una red neuronal típicamente se representa como un conjunto de nodos o neuronas de entrada, que evalúan los datos y pasan la información a una serie de capas intermedias de procesamiento hasta terminar en la capa de salida donde se presenta el resultado.

Cada dato de entrada es multiplicado por un “peso”, el cual es un valor numérico se emplea aumentar o disminuir el valor de una entrada; la sumatoria de todas las entradas multiplicadas por sus respectivos pesos es evaluada por la “función de activación”[8], la salida de la función pasa a la siguiente capa de neuronas como la entrada, como se ve en la siguiente figura:

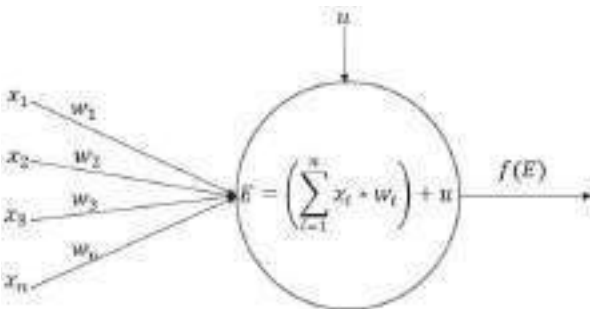


Figura 3. Diagrama básico de una neurona

La función de activación varía según su intención, para este caso se optó por una función tangencial tangencial mostrada a continuación:

$$f(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \quad (1)$$

De tal modo, la estructura de datos para representar una neurona se compone de un vector de entradas, un vector de pesos, un valor de umbral “u” empleado para el entrenamiento y pruebas sobre la red y finalmente la función de evaluación.

Toda red neuronal requiere de un proceso de entrenamiento, mediante el cual se estiman los valores que los pesos deben tener para que la red cumpla con su función. Existen diversas mecánicas para entrenar una red, pero comúnmente se dividen en dos grupos: entrenamiento supervisado y no supervisado. El entrenamiento no supervisado fue seleccionado para esta red neuronal debido a la naturaleza del problema que se planteó (determinar la concentración de elementos).

Dentro del entrenamiento no supervisado se encuentra la topología de red conocidas como “Mapas de auto organizado” o “Mapas de Kohonen”[8], los cuales se caracterizan por que las neuronas de una misma capa están conectadas entre sí.

La red neuronal empleada para este trabajo está constituida por una capa de entrada, tres capas intermedias de procesamiento y una capa de salida como se puede ver en la Figura 4.

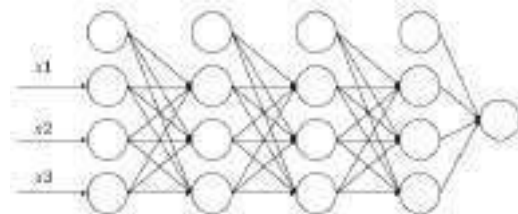


Figura 4. Diagrama de la red neuronal empleada. x1 corresponde a la existencia de un cambio en las condiciones de frontera o condiciones iniciales, x2 corresponde a la esquinas, x3 representa la proximidad con algún agujero u orificio.

La red neuronal evalúa cada punto de manera independiente obteniendo como resultado de su operación un valor que es almacenado en el mismo nodo que se analizó. Este valor resultante es la *tasa de crecimiento* que se emplea para generar nodos en los segmentos que se conectan al punto evaluado (en el contorno de la figura). Cada nuevo nodo es generado separado del anterior según la tasa de crecimiento, por ello, una tasa de crecimiento pequeña genera una mayor concentración de elementos cerca de la esquina del segmento ya que la distancia entre los elementos no es tan creciente (caso de mayor relevancia en el punto evaluado). En el caso de que la tasa de crecimiento sea elevada, los nodos sobre el contorno de la figura aparecerán más distantes entre ellos (caso de menor relevancia en el punto evaluado)[4].

Al agregar los nodos anteriores en conjunto con los originales, se produce una primera “nube” o conjunto de puntos, los cuales serán empleados para generar las primeras etapas del proceso de triangulación.

Al crear una nube de puntos con una concentración de nodos que están próximos a los nodos donde se determinó que hay alguna condición de interés se propicia que durante el proceso de triangulación se genere una mayor cantidad de elementos en estas zonas.

Desarrollo de malla por elementos triangulares

En la implementación de la red se optó por utilizar elementos de tipo triangular, aun cuando no existe un estándar que especifique el tipo de polígono para generar una malla según las normas del MEF. –Para llevar a cabo el proceso de generar elementos triangulares se optó por implementar la triangulación Delaunay la cual genera de manera automática elementos con características útiles para el MEF[3][9]. La triangulación se efectúa siguiendo la metodología del refinado de Ruppert y de Chew, los cuales pretenden mantener las dimensiones originales de la figura [10][4].

Para solventar tiempos de desarrollo, el módulo de triangulación que actualmente se está usando, es una librería de licencia “open source” que coincide con la filosofía que tiene la herramienta aquí presentada, que tiene por nombre “Triangle”, fue desarrollada por Jonathan Richard Shewchuk y es capaz de implementar ambos tipos de refinado mencionados en el párrafo anterior [9].

Resultados

Los resultados obtenidos al término de este proyecto contemplan los siguientes apartados, primeramente los resultados del entrenamiento de la red, seguido de ello se presenta una comparativa entre mallados, utilizando como unidad de medida el número total de elementos y nodos, finalmente se muestran los resultados de la aplicación del mallado en un estudio de mecánica de fractura.

Resultados de la red neuronal

A continuación se muestran los pesos sinápticos alcanzados en el proceso de entrenamiento de la red, para cada neurona en cada capa (ver Tabla 1).

Tabla 1. Pesos de entrada en la red neuronal.

Capa	Neuronas	Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4
1	1	5.4382	-1.9128	-2.1686	1.7371
	2	2.2614	-1.2361	-0.9313	-1.8058
	3	0.5736	-0.2807	0.9444	0.141
	4	0.8272	1.136	0.8158	0.1105
2	5	4.6067	2.5694	-0.3258	0.3038
	6	-0.4612	-1.0387	0.2471	0.2384
	7	-0.8412	-3.3495	0.4057	-0.458
3	8	0.286	-2.25036	-0.3113	-1.2202
	9	1.4039	0.0349	-1.0954	1.1398

4	10	0.6336	0.4479	1.5362	0.3927
---	----	--------	--------	--------	--------

Prueba de funcionalidad.

Se realizaron pruebas sobre diferentes tipos de geometrías, haciendo una comparativa entre una malla homogénea fina y la obtenida a través de la red neuronal. En el mallado homogéneo se buscó generar elementos con áreas similares al tamaño más pequeño obtenido por la red neuronal.

La Figura 55 muestra cada una de las pruebas de mallado, en las cuales se puede observar la diferencia en el número de elementos obtenidos por los dos métodos.

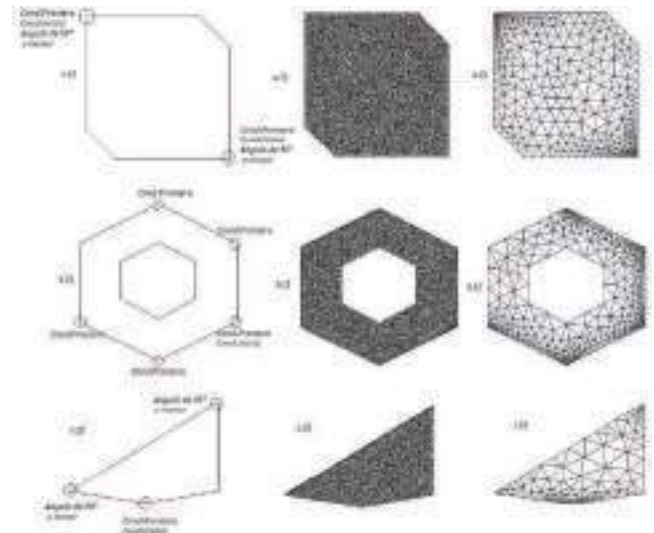


Figura 5. Muestra de figuras empleadas para pruebas de la red neuronal, a.1) figura original, a.2) figura con malla homogénea fina, a.3) figura con malla de la herramienta presentada. Para las figuras b) y c) la numeración maneja la misma mecánica.

La comparación numérica entre los métodos respecto a los nodos generados por malla y los elementos de la misma, se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 2. Comparación entre resultados obtenidos.

Figura	Nodos en malla fina	Elementos en malla fina	Nodos con análisis RN	Elementos con análisis RN
A	2999	5717	358	102
B	2286	4141	423	713
C	1200	2203	132	195

El uso de la red neuronal permitió tener un menor número de elementos y nodo, que se traduce en un ahorro de recursos de memoria y tiempo de procesador. Además se validó que todos los elementos tuvieron mayor presencia en las zonas de mayor interés y con propiedades dentro de los estándares de calidad mencionados con anterioridad en el apartado de “Consideraciones para generar una malla”.

Prueba en simulación.

Se realizó una prueba en la cual se evalúa el resultado de una simulación considerando como única variable la malla del dominio.

El estudio representa un problema de mecánica de fractura, para lo cual se planteó la geometría que se observa en Figura 66.

Se considera que la figura tiene 0.1 metros de alto y de largo, además, el dominio esta hecho de acero estructural, el cual cuenta con un módulo de Young de $200e^9$ Pa, un coeficiente de Poisson de 0.33 y una densidad de 7850 kg/m^3 .

En esta prueba se evaluó la energía de fractura, considerando que se encuentra en un estado inicial a 0.04 metros a partir del borde y que crece hacia el interior de la figura con un incremento de $1e^{-5}$ metros en un siguiente instante de tiempo.

Las condiciones del problema permiten el uso de una simplificación por simetría quedando entonces como se ve en la Figura 77.

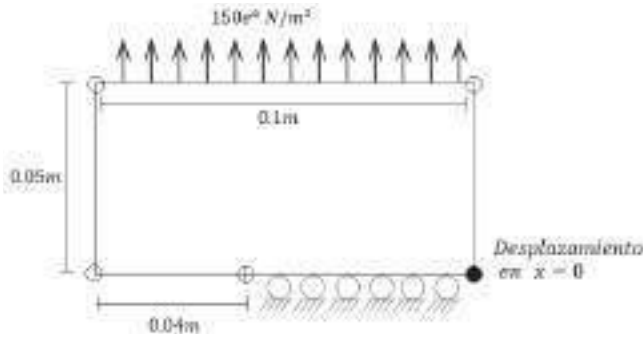


Figura 7. Condiciones de la prueba en dominio simplificado.

Para calcular la energía de fractura es preciso calcular la energía elástica del dominio en su estado inicial y la energía elástica con el incremento en la fractura. La diferencia de estos valores se divide entre el valor que incremento la fractura multiplicado por un centímetro hacia el exterior como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\frac{E_1 - E_2}{\Delta * 1cm} \quad (2)$$

donde E_1 es la energía elástica del dominio en el instante t_0 , E_2 es la energía elástica del dominio en el instante t_1 y Δ es incremento de la fractura ($1e^{-5}$) en metros.

Tabla 3. Resultados considerando como referencia.

Número de elementos	Resultado(J/m^2)
224	34272
644	33873
2222	33951
8366	33947

33153	33831
137846	33865

Empleando las opciones de mallado más básicas que tiene la

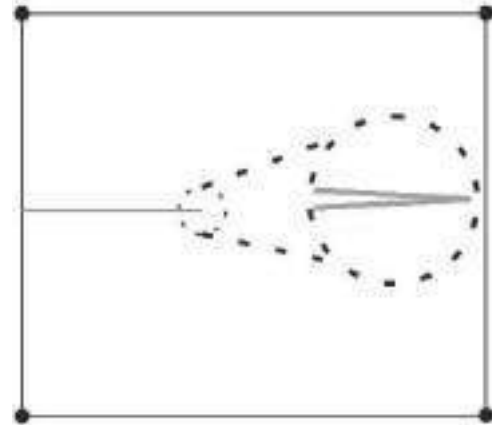


Figura 6. Dominios para prueba de mecánica de fractura, la línea azul representa la fractura sobre el dominio como se ve más a detalle en el acercamiento.

herramienta de software COMSOL, se realizaron pruebas cambiando la malla desde un tamaño considerado burdo hasta uno considerado fino. Por otra parte, se generó de manera asistida por la red neuronal una serie de mallas que se aproximan a la cantidad de elementos generados por el mallado automático, considerando dos casos específicos: el primero que solo considera como punto de interés el nodo al final de la fractura y el segundo caso, donde se consideran todos los parámetros establecidos en el caso general, expuesto en el apartado de “elementos concentrados en las zonas que tienen mayor relevancia”.

Los resultados obtenidos se muestran en las gráficas que aparecen en la Figura 8 y Figura 9 así como en la Tabla 4 y Tabla 5.

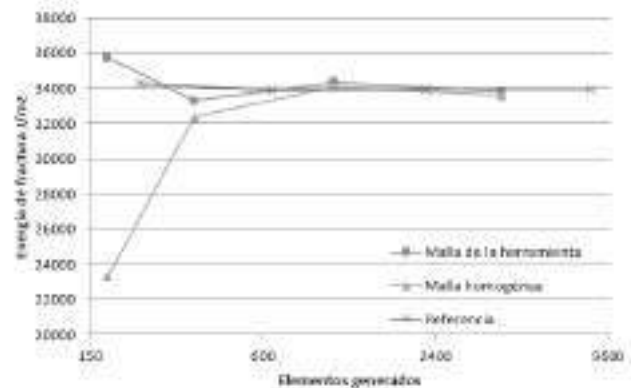


Figura 8. Gráfica de resultados considerando solo el punto de fractura.

Para obtener un valor de referencia con el cual comparar la diferencia entre una malla genérica y la obtenida por la red, se creó una malla muy fina que concentra la mayor cantidad de

elementos en el punto de la fractura y se resolvió el problema empleando una interpolación cúbica entre los nodos de los elementos; para el cálculo de la solución se empleó el software COMSOL Multiphysics®.

Tabla 4. Resultados considerando solo el punto de fractura.

Número de elementos	Resultado con malla homogénea(J/m ²)	Resultado con análisis de red neuronal(J/m ²)
58	30045	32348
114	5318	33478
172	35318	33478
346	32325	33292
1060	34100	34321
4068	33563	33831

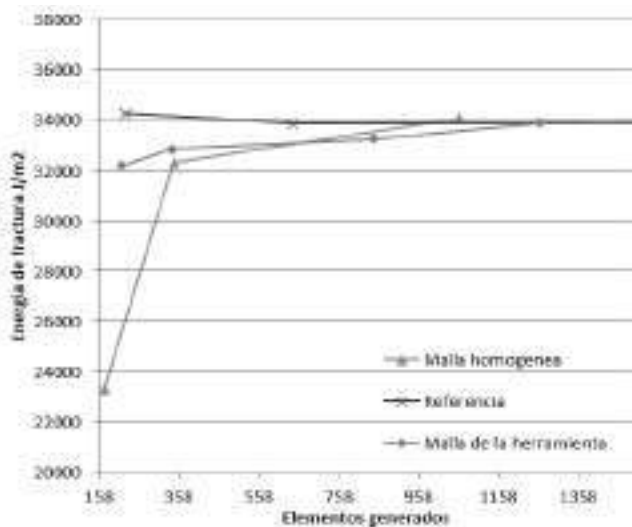


Figura 9. Gráfica de resultados considerando todos los parámetros.

Tabla 5. Resultados considerando solo el punto de fractura.

Elementos en malla homogénea	Resultado con malla homogénea(J/m ²)	Elementos con análisis de red neuronal	Resultado con análisis de red neuronal(J/m ²)
172	35318	340	32847
346	32325	846	33266
1060	34100	1260	33894

Adicionalmente se observó que el crecimiento de los elementos ubicados en áreas donde no existe algún criterio de interés afecta

el resultado obtenido (ver Figura 10), principalmente teniendo un impacto en la convergencia del modelo de mecánica de la fractura utilizado para validar la red neuronal. Una posible solución es utilizar una tasa de crecimiento menos abrupta entre elementos, obteniendo mejoras en los resultados de convergencia.

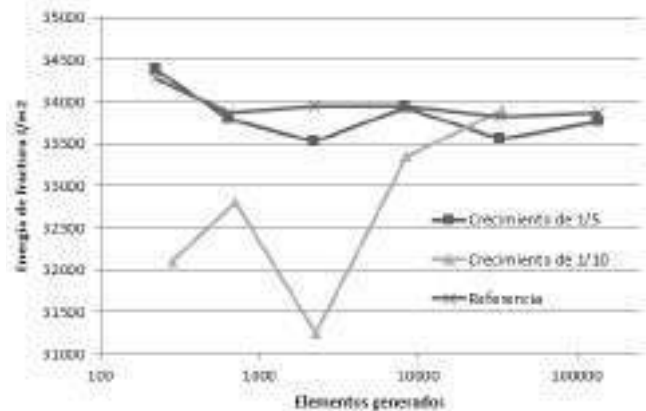


Figura 10. Gráfica de resultados considerando todos los parámetros.

CONCLUSIONES

Se logró cumplir con los objetivos planteados, la herramienta es capaz de determinar una tasa de crecimiento efectiva en cada zona donde se encuentre la existencia de los criterios de interés. Así mismo, la triangulación produce elementos con propiedades deseables para la malla.

De acuerdo a los resultados de simulación, la herramienta permite generar una malla que tiene un rango de convergencia más corto que el presentado por una malla genérica. Esto puede ser de gran ayuda para los usuarios no experimentados y una base de donde partir para aquellos que conocen a fondo su proceso de simulación.

Los resultados obtenidos concuerdan con la teoría que fundamenta este trabajo, “el concentrar elementos en zonas de mayor relevancia es mejor que generar una malla de manera uniforme”.

Se recomienda que para trabajos futuros se pueden considerar nuevos criterios a evaluar, lo que enriquecería el trabajo de la red neuronal. Adicionalmente es posible tomar los resultado adquiridos en este estudio para generar una herramienta de mallado específica para un caso más particular.

No se descarta ni se ponen en duda que los resultados recabados también pueden ser un punto de partida para la realización de sistemas inteligentes que generen un mallado, ya sea mediante la implementación de redes neuronales o mediante otro tipo de técnicas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Jonathan Richard Shewchuk por la publicación de la librería “Triangle” así como de la extensa documentación y ejemplos puestos a disposición del público.

REFERENCIAS

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- [1] Dhatt, G. Touzot, G. Lefrançois, E. (2012). *Finite Element Method*. Hoboken, US:Wiley.
- [2] Manevitz, L. Yousef, M. Givoli, D. (1997). Finite-Element Mesh Generation Using. *Microcomputers in Civil Engineering*. Volumen(12) pags. 233-250
- [3] Frey, P.J. George, P.L.(2000). *Mesh generation: Application to finite elements*. Hoboken, US:Wiley.
- [4] Chedid R. Najjar.N(1996). Automatic Finite-Element Mesh Generation Using Artificial Neural Networks-Part I: Prediction of Mesh Density. IEE Transactions On Magnetics. Volumen(32).No.5.5173
- [5] Dimitris, G, T. Dimitri P,L.(2002). A Finite-Element Mesh Generator Based on Growing Neural Networks. IEEE Transactions On Neural Networks, Vol. 13, No. 6. 1482
- [6] Alfonzetti.S(1998).A Finite Element Mesh Generator base on an Adaptative Neural network. IEE Transactions On Magnetics. Volumen(34).No.3. 33363
- [7] Srasuay, K.; Chumthong, A.; Ruangsinchaiwanich, S. Mesh generation of FEM by ANN on iron—Core transformer. En *Electrical Machines and Systems (ICEMS), 2010 International Conference on*. IEEE, 2010. p. 1885-1890.
- [8] Kriesel, D (2007). *A Brief Introduction to Neural Networks*. Bonn, Germany: Germany.
- [9] Shewchuk, J.R. Triangle: Engineering a 2D Quality Mesh Generator and Delaunay Triangulator. *Applied Computational Geometry: Towards Geometric Engineering*. volume (1148) of *Lecture Notes in Computer Science*. 203-222
- [10] Ruppert, J. (1994). A Delaunay Refinement Algorithm for quality 2-Dimensional Mesh Generation. *Journal of algorithms*.



Detección del anillo de colesterol en el iris a través del procesamiento de imágenes

Ing. José de Jesús Rosales
Banderas
Centro Nacional de Investigación y
Desarrollo Tecnológico (CENIDET)
Interior Internado Palmira S/N, Col.
Palmira Cuernavaca, México
+52 (777) 362 - 7770
jj.rosales@cenidet.edu.mx

Dr. Máximo López Sánchez
Centro Nacional de Investigación y
Desarrollo Tecnológico (CENIDET)
Interior Internado Palmira S/N, Col.
Palmira Cuernavaca, México
+52 (777) 362 - 7770
maximo@cenidet.edu.mx

Dr. Raúl Pinto Elías
Centro Nacional de Investigación y
Desarrollo Tecnológico (CENIDET)
Interior Internado Palmira S/N, Col.
Palmira Cuernavaca, México
+52 (777) 362 - 7770
rpinto@cenidet.edu.mx

RESUMEN

En este artículo se presenta el desarrollo de una aplicación que combina las técnicas de procesamiento de imágenes con los estudios de la iridología, para determinar la presencia del anillo de colesterol en el iris del ojo humano. Este anillo en el iris de acuerdo con la iridología es un signo de hiperlipidemia o colesterol elevado, por lo que la obtención de la zona del iris donde se presenta permite ayudar al análisis basado en la observación y a la prevención para la detección de los niveles altos de colesterol en una persona.

ABSTRACT

This paper describes an application development that combines image processing techniques with iridology studies to determine the cholesterol ring presence in the iris of the human eye. This ring in the iris according to the iridology is a sign of hyperlipidemia or high cholesterol, so obtaining the iris area

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

allows to help the analysis based on observation and the prevention to detect high cholesterol levels in a person.

Categorías y Descriptores Temáticos

• Computing methodologies~Biometrics • Applied computing~Health informatics

Términos Generales

Procesamiento de imágenes, reconocimiento del iris, anillo de colesterol.

Palabras clave

Iridología, anillo de colesterol, reconocimiento del iris, procesamiento de imágenes.

Keywords

Iridology, cholesterol ring, iris recognition, image processing.

INTRODUCCIÓN

El procesamiento de imágenes tiene como objetivo mejorar la calidad y hacer más evidente los detalles en ellas; con la aparición de las computadoras el procesamiento digital de imágenes tuvo un gran desarrollo y sus aplicaciones pronto se extendieron a muchos campos y dentro de los cuales uno de los más importantes es el procesamiento de imágenes para el diagnóstico médico [1].

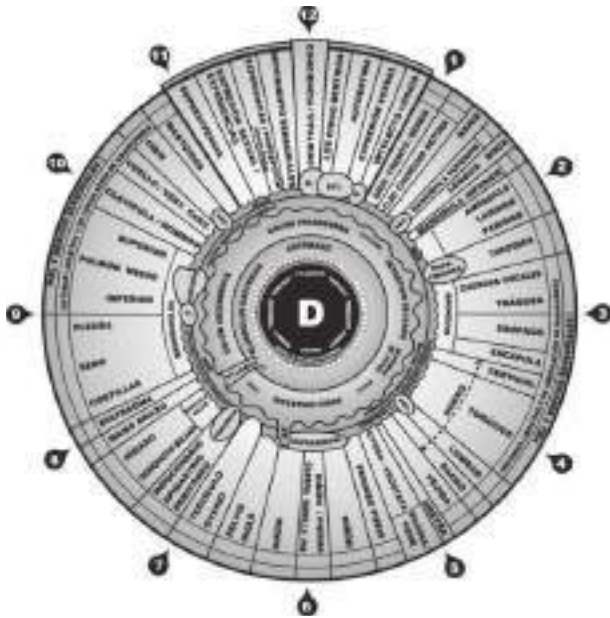


Figura 1. Mapa iridológico ojo derecho [3]

La iridología es una técnica de diagnóstico basada en la observación y la cual relaciona las características que se presentan en el iris con respecto a la salud de las personas, estas características son vistas como signos o síntomas, algunas de estas son: el color, las manchas, las cavidades, entre otras más [2], para ello establece un mapa iridológico, el cual divide el iris en zonas específicas haciendo una correspondencia con ciertos órganos o partes específicas del cuerpo (véase figura 1).

De acuerdo con [3] la información del funcionamiento metabólico, hormonal, estructural y bioquímico del cuerpo está grabada en varias estructuras del ojo, como el iris, la retina, la esclera, la córnea, la pupila y la conjuntiva. Esto es debido a que los ojos por su anatomía y fisiología están en contacto directo con estas funciones vía los vasos sanguíneos, la linfa y los tejidos conjuntivos. La iridología por tanto ofrece una técnica indolora y no invasiva para conocer el estado de salud, que con el apoyo de otras técnicas y métodos de análisis puede obtener mejores resultados.

Por otro lado, los niveles altos de colesterol (también llamado grasa o lípido) en la sangre son considerados un factor de riesgo para la salud, que aumenta las posibilidades de padecer una enfermedad cardiovascular (ECV). El término médico para estos niveles altos es trastorno lipídico, hiperlipidemia o hipercolesterolemia [4]; regularmente no se suelen presentar síntomas y con el paso del tiempo, mayor es el riesgo de sufrir complicaciones como aterosclerosis, enfermedades de las arterias coronarias (EAC), ataque cardíaco, accidente cerebrovascular y enfermedad arterial periférica (EAP) [5].

En la iridología los niveles altos de colesterol tienen una manifestación en el iris cuando se presenta un anillo color blanco opaco en la zona externa del iris, conocido como anillo de colesterol. Consiste en un depósito de lípidos o grasas, lo que refleja un problema de salud causado por un desequilibrio químico en el cuerpo, referente al exceso de grasas y el metabolismo de las mismas [6]. El anillo se puede localizar en la zona correspondiente a la circulación sanguínea y el sistema linfático según el mapa iridológico (véase figura 2), lo que

muestra su relación con la circulación en las arterias, lugar donde el exceso de colesterol puede adherirse.

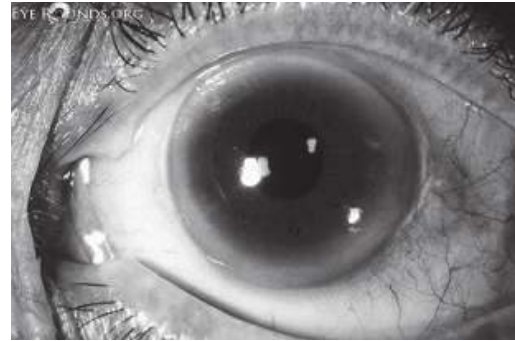


Figura 2. Iris con el anillo de colesterol [7]

OBJETIVOS

Considerando que los niveles de colesterol anormales en el cuerpo son uno de los principales factores de riesgo que conducen a la posibilidad de sufrir una ECV, es importante revisar constantemente los niveles de colesterol y poder realizar una detección oportuna para recibir el tratamiento correspondiente. Por lo tanto este trabajo se plantea como objetivo reconocer y analizar la zona donde se presenta el anillo de colesterol en el iris de acuerdo a la iridología y determinar si existe o no la presencia de este anillo, para lo cual se utilizan técnicas de procesamiento de imágenes con el fin de alcanzar este objetivo.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Adquisición de la imagen

Gran parte del éxito o de la obtención de buenos resultados depende de la calidad de la imagen. Idealmente para capturar los detalles del iris, la imagen debe contar con una resolución de al menos 70 píxeles de radio en el iris, la resolución más común va de 100 a 140 píxeles y las cámaras utilizadas en este proceso son las monocromáticas CCD (Charge-Coupled Device) (480 x 640) debido a su iluminación NIR (Near-Infrared Spectroscopy) en 700nm-900nm invisible a los humanos [8]. Para el desarrollo de este trabajo las imágenes utilizadas fueron tomadas de sitios web libres.

Pre procesamiento

La imagen es convertida a escala de grises y se aplica un filtro de suavizado con el fin de reducir el ruido en la imagen. Este filtro actúa sobre cada píxel de la imagen y el efecto resultante es la pérdida de detalles, la finalidad es tratar de eliminar o reducir la presencia de valores atípicos o los detalles pequeños de la imagen que no son de nuestro interés y puedan afectar en el reconocimiento del iris.

Segmentación

Realizado el pre procesamiento de la imagen el siguiente paso es localizar el iris y aislarlo del resto de la imagen, esto se realiza mediante el algoritmo de la transformada de Hough, este es un algoritmo estándar utilizado en el área de visión por computadora para la detección de figuras geométricas como líneas y círculos.

En este caso el iris es buscado como un círculo y con este algoritmo es posible obtener el valor del radio medido en píxeles y las coordenadas (x, y) donde se encuentra el centro del círculo detectado (iris). Para ello el algoritmo requiere como entradas el valor del radio mínimo y máximo del iris a buscar, el cual se estableció en un mínimo de 70 píxeles y máximo de 140 píxeles, después el algoritmo a partir de la detección de bordes en la imagen, se construye un acumulador o espacio de Hough que contiene los posibles círculos que pasan sobre cada punto de borde. La ecuación del círculo se define como:

$$r^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2 \quad (1)$$

Donde a y b representan las coordenadas del centro del círculo y r el radio, su representación paramétrica es la siguiente:

$$x = a + r * \cos(\theta) \quad (2)$$

$$y = b + r * \sin(\theta) \quad (3)$$

De acuerdo con [9] y [10] el área que deberá ser analizada se encuentra normalmente en el 30% del iris, que va del borde exterior del iris hacia la pupila, por lo cual en el proceso de segmentación se determinó que bastaría sólo con la localización de la circunferencia del iris y a partir de ahí obtener el área de interés.

Normalización

En el proceso de normalización la región del iris obtenida se transforma y pasa de una forma circular a una forma rectangular, esto debido a la dificultad para analizar la imagen del iris en su forma original circular. La transformación se realiza mapeando los puntos de la imagen del iris $I(x, y)$ a un par de coordenadas polares (r, φ) donde r es el radio del círculo y φ es el ángulo, después, se cambia la perspectiva representando las coordenadas polares como si fueran un par de coordenadas cartesianas [11]. Lo anterior es modelado de la siguiente forma:

$$I(x, y) \quad (4)$$

$$I(x, y) \varphi I(r, \varphi) \quad (5)$$

$$r = \varphi(x^2 + y^2) \quad (6)$$

$$\varphi = \text{atan}(y/x) \quad (7)$$

Obtenida la forma rectangular del iris el siguiente paso es remover el área innecesaria, la imagen es recortada 30% del borde del límite exterior hacia la pupila para finalmente obtener la zona del anillo de colesterol.

Análisis

En esta etapa del proceso se realiza un análisis de la zona obtenida anteriormente, la sub imagen es convertida del modelo de color RGB original al modelo de color HSV y se descompone en los tres canales (Hue, Saturation, Value), cada uno de ellos proporciona información acerca de las características presentadas en la imagen procesada y a partir de ella podemos realizar la discriminación entre los iris que presentan el anillo de colesterol y los que no, en específico, mediante los canales H y S.

A través del análisis de histogramas de estos canales se puede determinar que las sub imágenes que presentan el anillo de

colesterol tienen las siguientes características, tienen al menos una concentración de 5% del total de los píxeles en el lado derecho del histograma a partir del valor 270 (véase figura 3) en el canal H (rango de 0-360) y en el histograma del canal S el valor medio de la distribución está por debajo del valor 33 (véase figura 4) (rango 0-100).

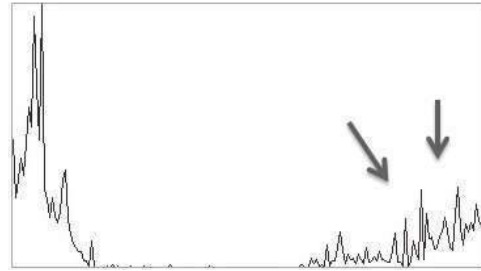


Figura 3. Histograma del canal H de la zona del iris con anillo de colesterol



Figura 4. Histograma del canal S de la zona del iris con anillo de colesterol

Un caso especial son los iris de color gris, los cuales cumplen con estas dos condiciones a pesar de no tener el anillo de colesterol, por lo que se añadió una validación que consiste en comprobar la uniformidad en la coloración del iris, analizando un 30% más del iris hacia el interior y midiendo la correspondencia entre el histograma del canal H de la zona del anillo de colesterol y del 30% extra, la correspondencia debe ser mayor al 70% para considerar que existe uniformidad en el color del iris y descartar la presencia del anillo de colesterol. A continuación se muestra un ejemplo de este análisis (véase figura 5 y 6).

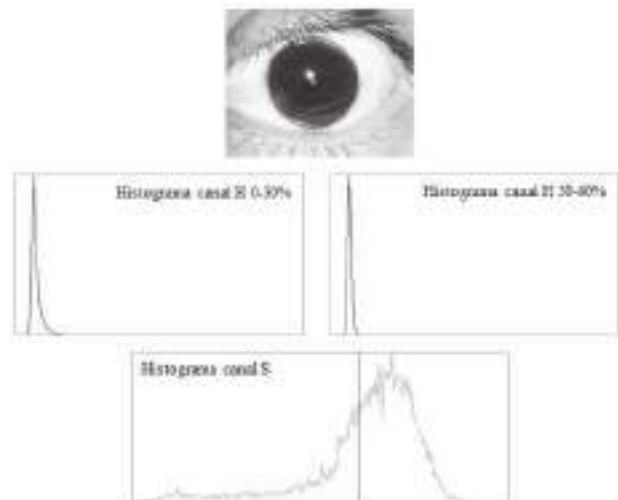


Figura 5. Iris sin anillo de colesterol

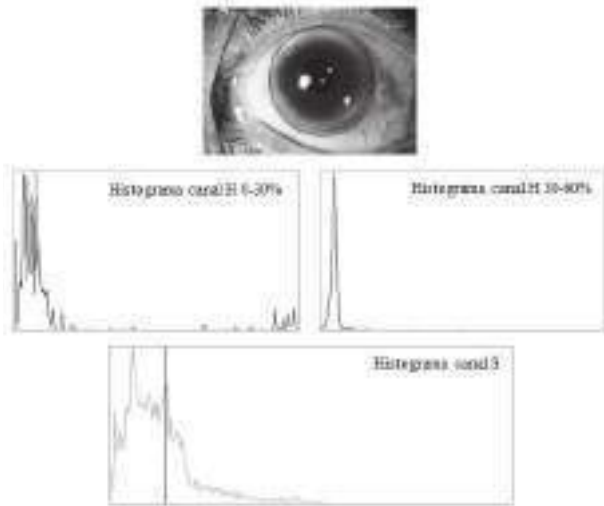


Figura 6. Iris con anillo de colesterol

RESULTADOS

La aplicación para detectar el anillo de colesterol se desarrolló en el lenguaje C++ con la librería de visión artificial OpenCV 3.1.0 y se puede resumir de la siguiente forma:

- Pre procesamiento.
- Segmentación del iris y regiones de interés (0-30% y 30-60% del iris desde el borde exterior).
- Normalización.
- Análisis.

Las pruebas fueron realizadas con un total de 20 imágenes, de las cuales 11 tienen el anillo de colesterol, estas fueron tomadas de varias fuentes por lo que algunas de sus características varían como la calidad, resolución, iluminación, distancia y ángulo. Sin embargo en la mayoría de los casos se obtuvieron buenos resultados a pesar de estas condiciones. La aplicación toma como entrada la ubicación donde se encuentra la imagen a analizar y como salida muestra la información del análisis de histogramas y determina si hay el anillo de colesterol o no (véase figura 7 y 8).

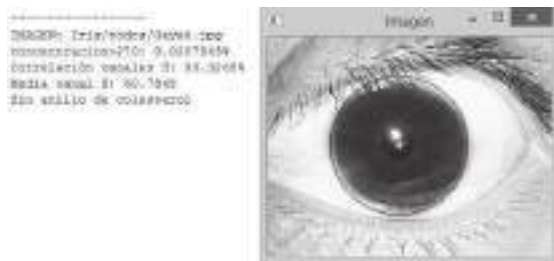


Figura 7. Resultado iris sin anillo de colesterol



Figura 8. Resultado iris con anillo de colesterol

CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este trabajo podemos concluir que las técnicas de procesamiento de imágenes en combinación con los estudios de iridología y de la medicina en general pueden ser una herramienta de mucha ayuda para los profesionales en estas áreas, en este caso, para la prevención, detección y análisis de los niveles altos de colesterol en las personas, basándonos en la observación del iris del ojo humano. Otro punto importante a resaltar es que las condiciones en las que la imagen es capturada (principalmente iluminación y ángulo) pueden afectar de manera directa el resultado del reconocimiento del iris y el análisis posterior.

AGRADECIMIENTOS

Los agradecimientos son dedicados al departamento de Ciencias Computaciones del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET), así como al Dr. Máximo López y Dr. Raúl Pinto por apoyar este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Malacara, D. (1997). *Óptica tradicional y moderna*. Cd. México, MX: Fondo De Cultura Económica USA.
- [2] SaludBio. (S.F.). *Definición de Iridología*. Obtenido de: <http://saludbio.com/content/definicion%3C3%B3n-de-iridologia>
- [3] Pesek, D. J. (2013). *Holistic Iridology*. Obtenido de: <http://www.holisticiridology.com/wp-content/Holistic-Iridology-An-Overview-Span-rev-2-13.pdf>
- [4] Chen, M. A. Zieve, D. (ABRIL 20, 2015). *Niveles altos de colesterol en la sangre*. Obtenido de: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000403.htm>
- [5] Healthline Editorial Team, (AGOSTO 25, 2010). *Complicaciones del colesterol elevado*. Obtenido de: <http://es.healthline.com/health/complicaciones-del-colesterol-elevado>
- [6] Jesen, B. (1980). *Iridology Simplified*. Escondido, EUA: Iridologists International
- [7] Vislisel, J. M. (S.F.). *Corneal arcus (arcus senilis)*. Obtenido de: <http://webeye.ophth.uiowa.edu/eyeforum/atlas/pages/Arcus/index.htm>
- [8] Daugman, J. (2004). How Iris Recognition Works. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. 1 Volumen(14), pags. 21-30
- [9] Ramlee, R. A. Azha, K. Ranjit, S. (2009). Using Iris Recognition Algorithm, Detecting Cholesterol Presence.

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

Proceedings of International Conference on Information Management and Engineering, pags. 714-717.

- [10] Bhangdiya, V. (2014). Cholesterol Presence Detection Using Iris Recognition. *International Journal of Technology and Science*. 2 Volumen(1)
- [11] Nykamp, D. Q. (S.F.). *Polar coordinates mapping*. Obtenido de: http://mathinsight.org/polar_coordinates_mapping



Diseño de un prototipo tipo alarma para la detección temprana de incendios forestales utilizando radiofrecuencia

Sebastián Cruz Mora
Universidad Distrital F.J.C
Facultad Tecnológica
Ingeniería Telemática
Cll 57a Sur # 80i - 19
Colombia – Bogotá
+57 3209561107

juscruzsm@correo.udistrital.edu.co

Yasmin Suárez Cárdenas
Universidad Distrital F.J.C
Facultad Tecnológica
Ingeniería Telemática
Cra. 14 B # 4 – 17 Sur
Colombia – Bogotá
+57 3045746628

yoesuarezc@correo.udistrital.edu.co

Adriana Moyano Orjuela
Universidad Distrital F.J.C
Facultad Tecnológica
Ingeniería Telemática
DG 84D Sur 8-69 Este
Colombia – Bogotá
+57 3223838197

lamoyanoo@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

En este documento se describe el diseño de un prototipo de bajo costo para la detección de incendios forestales con el uso de tecnología Arduino. El proceso es realizado a través de una red de dispositivos que se encuentran distribuidos espacialmente en una zona boscosa, se comunican por radiofrecuencia, y, utilizan sensores para monitorear condiciones como la intensidad de calor, lo cual genera una alta probabilidad de detectar la primera señal de un incendio: el fuego. Las señales se comparten a través de los dispositivos generando una alarma visible a una persona encargada del monitoreo quien puede tomar las acciones correspondientes de manera rápida.

Palabras clave

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Arduino, incendios, sensores, radiofrecuencia, Proteus

ABSTRACT

This describes the design of a low-cost prototype for the detection of forest fires using Arduino technology. The process is done through a network of devices that are spatially distributed in a wooded area, they communicate radiofrequency (RF), and, they are using sensors to monitor conditions such as heat intensity, thus generates a high probability of detecting the first sign of a fire: flame. The signals are shared across devices generating a visible alarm to a person who is in charge of monitoring and can take appropriate action quickly.

Categorías y Descriptores Temáticos

B.4.1 Hardware: input/output and data communications, receivers, transmitters.

Hardware: comunicaciones de entrada y salida de datos, receptores y transmisores.

Keywords

Arduino, fire, sensors, radio frequency, RF, Proteus

INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del fenómeno del niño varias regiones de Colombia se han visto afectadas por los incendios forestales. Sólo

en el año 2015 estos generaron una pérdida económica de 476.000 millones de pesos, sin contar miles de hectáreas de bosques pérdidas y los innumerables efectos dañinos sobre el aire, el suelo, el agua, los seres vivos, infraestructura, entre otros¹.

En la Figura 1 se presenta un gráfico con el número de hectáreas afectadas en los últimos años en Bogotá por incendios forestales.

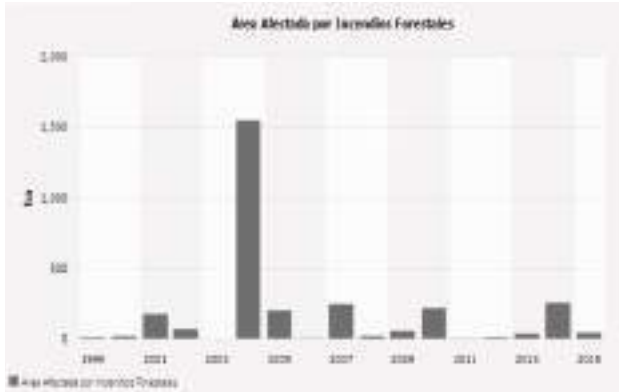


Figura 1. Áreas afectadas por incendios forestales en Bogotá 2001-2015

Dependiendo del tiempo que se toma para realizar acciones en el intento de controlar o mitigar el fuego, el número de elementos ambientales afectados por los incendios forestales crece, por ello se hace necesario la detección del foco de combustión y así el lugar de inicio del incendio de manera temprana.

Los diferentes avances a nivel tecnológico permiten presentar alternativas de solución para la prevención, monitoreo y detección de incendios forestales. El propósito del presente proyecto es la detección temprana de un foco de incendios utilizando tecnologías de bajo costo y alcance aceptable. A partir de esta idea, se plantea el diseño de un prototipo tipo alarma para la detección oportuna de incendios forestales a través del uso de una red de sensores con comunicación por radiofrecuencia y uso de tecnologías como Arduino.

OBJETIVO

Diseñar y desarrollar una red de dispositivos sensoriales de bajo costo y mínimo consumo de energía que puedan ser distribuidos en un área forestal. Esto con el propósito de monitorear y determinar la presencia de fuego, permitiendo de tal manera, disponer de una alerta temprana de un posible incendio forestal.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

En una zona forestal existen diferentes elementos de rápida combustión como lo son: hojas secas, plantas pequeñas, ramas, etc., lo cual facilita la propagación de un incendio. El primer indicio de un incendio se encuentra en que se produce una intensa fuente de calor generando una llama. El fuego aumenta el calor, lo que a su vez aumenta la liberación de gases, comenzando una reacción en cadena que afecta hectáreas completas de bosque. Con el primer hallazgo de fuego en una zona, se deben encender las alarmas para que las personas encargadas de apagar estos puntos y asegurar el bienestar de la zona acudan oportunamente.

Conociendo el proceso en el que se produce un incendio, se establece que es necesario que el prototipo utilice sensores de calor intercomunicados, ubicados sobre la superficie baja del bosque permitiendo de esta manera el monitoreo desde una zona central distante del bosque, pero desde la cual se pueda alertar y/o acceder de manera rápida.

Se genera un diseño del prototipo y simulador, con la herramienta Proteus, a partir de los cuales se obtiene un conocimiento cercano de los elementos necesarios para el funcionamiento del proyecto. En la fase final del proyecto se hace la integración de herramientas físicas como: módulo RX, módulo TX, 2 placas Arduino, jumpers y 2 protoboards.

Diseño del Prototipo

El diseño del prototipo tipo alarma para la detección de incendios, incluye el envío y recepción de mensajes por radiofrecuencia, utilizando tecnología Arduino junto con módulos TX y RX. La razón principal para el uso de estas herramientas, es la distribución de un número significativo de dispositivos en una zona forestal de la forma como se muestra en la Figura 2.

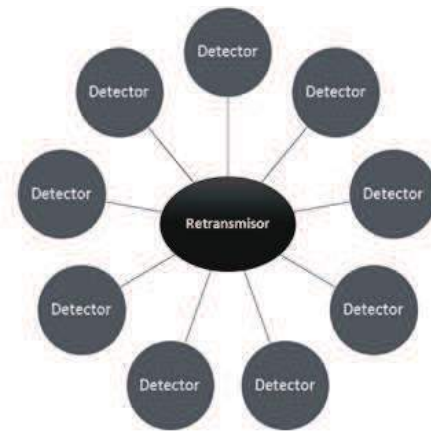


Figura 2. Comunicación de dispositivos

El prototipo contempla la comunicación por radiofrecuencia, a través de un punto central que funciona como retransmisor de las alertas de fuego recibidas desde varios detectores de fuego.

Inicialmente, el diseño y simulación del prototipo se realiza mediante Proteus. Un Arduino “SIMULINO” junto con un módulo de radiofrecuencia transmisor “TX” conectado al sensor detector de la llama, se encarga de transmitir la alerta en caso de recibir una señal de fuego hacia el dispositivo que mantiene conexión con el receptor de la información.

El diseño de un prototipo bajo tecnología de radiofrecuencia requiere una base de conceptos y formas de funcionamiento de diferentes elementos que se describen brevemente a continuación:

Radiofrecuencia²

La radiofrecuencia o también conocida como: espectro de radiofrecuencia, ondas de radio o RF, está relacionado con la

¹ <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=180>

² Según Sistemas de identificación y control automáticos: Sistemas de control del flujo físico. II

porción del espectro electromagnético con menos energía, situada entre unos 3 Hz y unos 300 GHz.

Esta nombra las frecuencias del espectro electromagnético, el cual hace referencia a la distribución de la energía de las ondas electromagnéticas; este espectro es determinado por las radiaciones que emite, y las ondas la propagación de dicha radiación, es decir, que es capaz de abarcar radiaciones con longitud de onda diminutas, hasta radiaciones de longitud de onda muy amplias.

Los sistemas RF permiten identificar a distancia objetos que se mueven a gran velocidad y en múltiples direcciones, facilitando la posibilidad de cambiar la información incluida en el portador de los datos que los identifica.

Módulo de Transmisión de Datos³

El módulo de RF transmisor acepta una señal digital que se “montará” sobre una portadora, cambiando la amplitud de la señal portadora según el valor lógico de la señal a transmitir (datos). Podemos imaginarnos esto como una especie de código morse en el que la información binaria se transmite mediante la ausencia o presencia de señal portadora.

Módulo de Recepción de Datos

El módulo receptor presenta en el pin de salida una señal digital muy similar a la que entró en el módulo transmisor. Es responsabilidad del circuito que recibe esta señal digital verificar la integridad de la transmisión y decidir qué se debe hacer. El circuito está encargado de esta tarea. El circuito lee los datos seriales y cambia el estado de sus salidas según el patrón recibido.

Arduino⁴

Es una plataforma de equipos de electrónica de código abierto basado en hardware y software flexibles y fáciles de usar, esto mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores, que puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos; es una placa basada en un microcontrolador, exactamente un ATMEGA, el microcontrolador es un chip en el cual se graban instrucciones, a través de un lenguaje de programación, permitiendo al usuario interactuar con circuitos electrónicos, mediante el desarrollo de un programa.

Un microcontrolador posee entradas y salidas digitales, analógicas y para protocolos de comunicación, arduino cuenta con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a estas entradas y salidas, es decir, es una placa impresa que posee todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento del microcontrolador, y la correcta conexión a través de comunicación serial con la computadora.

Arduino es una plataforma de hardware libre, por lo cual es de bajo costo, incluso cualquier persona con la tecnología necesaria para el diseño de dispositivos electrónicos, como, placas impresas, soldadura de componentes electrónicos, entre otros, podrían fabricar placas arduino, sin que esto conlleve a ningún tipo de implicación legal.

Sensor de Calor

La finalidad de utilizar un sensor de calor en este proyecto es detectar la presencia de llama o incremento de temperatura (dependiendo del sensor instalado) y envíe una señal a la central de incendio tan pronto sea activada. En caso que el fuego se propague, se deben activar los detectores que se encuentran en la línea de avance del fuego.

Los sensores más sencillos (y baratos), suelen ser del tipo de detectores ultravioletas, o sensores de infrarrojos. El mercado ofrece, también, un amplio espectro de sensores del tipo de detectores de humo y de gases nocivos como monóxido de Carbono (CO) típico de la combustión, Dióxido de Carbono (CO₂), detectores de humo, o de gases peligrosos libres, como hidrocarburos (Propano, Butano y demás).

Un sensor infrarrojo de llamas Funciona detectando una longitud de onda específica (de unos 760 nm) que son características de las llamas, aunque son relativamente fáciles de engañar y pueden dar falsos positivos con ciertas luces.

En las Figura 3 y Figura 4 se presenta el diseño realizado, en el software de simulación para circuitos electrónicos Proteus, para el envío de la señal desde los sensores detectores de fuego hasta el módulo transmisor de radiofrecuencia.

Mediante la simulación generada, el Arduino UNO se encarga de transmitir datos en serie a través del módulo transmisor de RF y al lado del receptor se analizan los datos obtenidos a través de una terminal virtual.

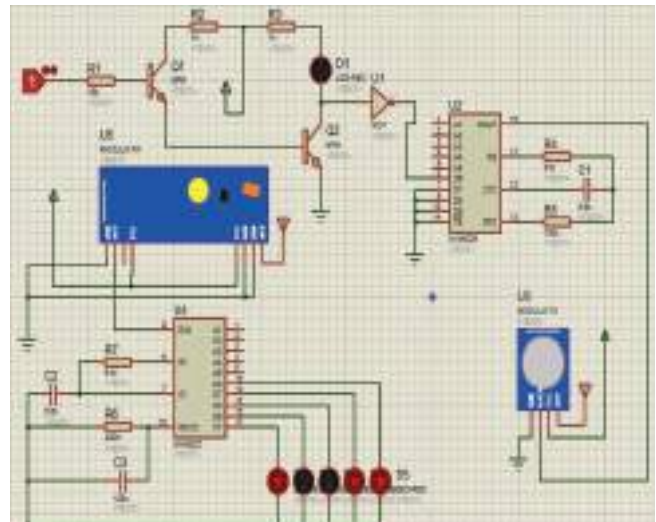


Figura 3. Módulos de transmisión (TX) y recepción (RX) conectados a través de chips codificadores y decodificadores.

³ <http://www.geekfactory.mx/tutoriales/circuito-de-radio-control-sencillo-a-433-mhz/>

⁴ <http://panamahitek.com/que-es-arduino-y-para-que-se-utiliza/>

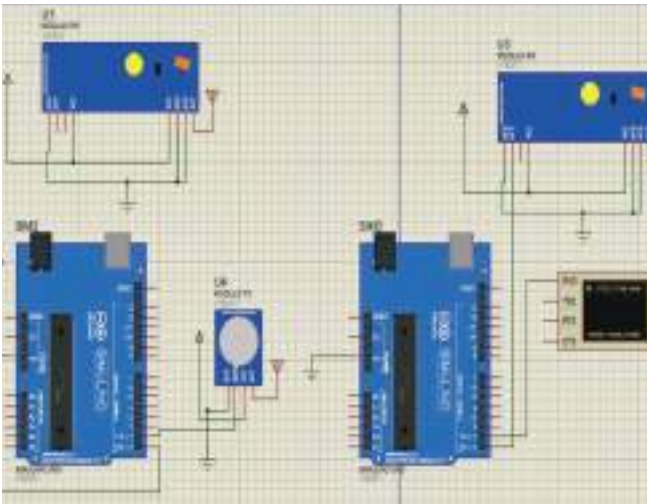


Figura 4. Comunicación de Arduinos SIMULINO, con módulos de radiofrecuencia.

RESULTADOS

Luego de realizar pruebas con el simulador se da paso a la implementación con uso de protoboards y Arduinos Físicos. El ensamble se realiza con el objetivo de lograr la transmisión de una serie de bits por medio de pulsaciones de radiofrecuencia.

Se desarrollan 2 prototipos correspondientes al detector de fuego y al generador de la alerta para el usuario, en la Figura 5 y Figura 6, se destaca los elementos utilizados para el funcionamiento de los dispositivos.

En la Figura 5 se presenta el Arduino y sensor que se encarga de la detección de fuego y envió del mensaje.

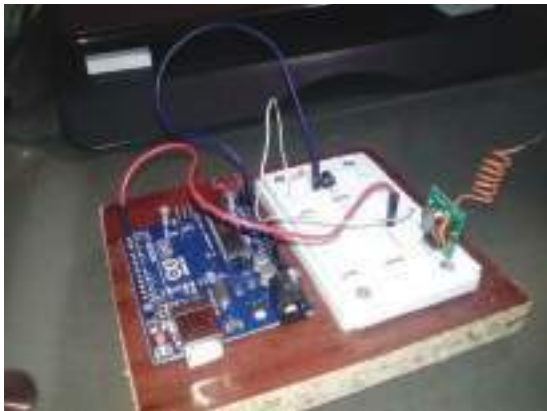


Figura 5. Detector de la señal a enviar.

La Figura 6 presenta el dispositivo ensamblado con el objetivo de recibir y alertar al usuario de la presencia de fuego en un punto específico. La alerta se visualiza por medio del encendido de un led en este.

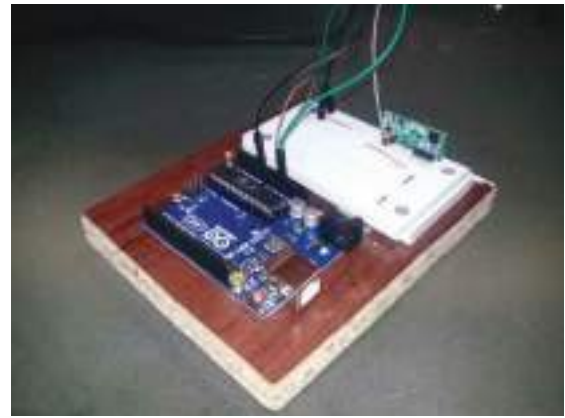


Figura 6. Receptor de la señal.

Realizando análisis sobre el funcionamiento de los dispositivos se encontró un problema: el ruido afecta la calidad del mensaje, cuando el módulo transmisor de la señal (Figura 5) deja de transmitir una señal, el módulo de recepción (Figura 6) comienza a captar pulsos eléctricos provenientes de otras fuentes.

Como posible solución a este problema se define un patrón de sincronización entre los 2 módulos, puesto que por medio de pruebas realizadas se identificó que la señal cercana más fuerte es la que capta el módulo receptor.

El patrón de sincronización consiste en el envío constante de una señal cuadrada con una frecuencia de 16Hz (60 ms). En las pruebas realizadas se observó que el patrón era recibido de forma correcta, y sin ninguna interferencia de ruido. Al aumentar y disminuir la frecuencia definida, se observa que:

- A frecuencias altas la señal se pierde y el receptor comienza a recibir ruido.
- A frecuencias bajas se logra una estabilidad de comunicación en la que la señal no se perturba por el ruido.

En las pruebas para determinar la distancia de alcance para la comunicación entre los dispositivos se encontró que si el transmisor trabaja a 9V tiene un alcance superior a los 20 metros y es capaz de atravesar placas y muros. Cabe mencionar que el receptor trabaja a 5V durante todas las pruebas. Si el transmisor trabaja con un voltaje de 5V su alcance es alrededor de los 20 metros, y sufre poca atenuación por placas y paredes.

Al solucionar el problema ocasionado por el ruido, surgió un nuevo inconveniente en la forma de enviar el mensaje cuando los módulos se encuentran sincronizados. Por lo cual se plantea tomar en cuenta lo siguiente:

- Los módulos en condiciones normales (sin la presencia de fuego) se encontrarán enviando y recibiendo el mensaje de la Figura 7:

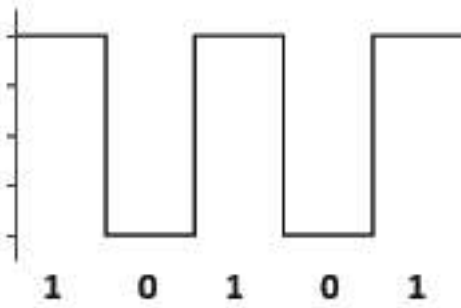


Figura 7.

- Cuando se activa la alarma que indica presencia de fuego, el módulo transmisor realiza una modificación sobre la señal de sincronización de la forma representada en la Figura 8:

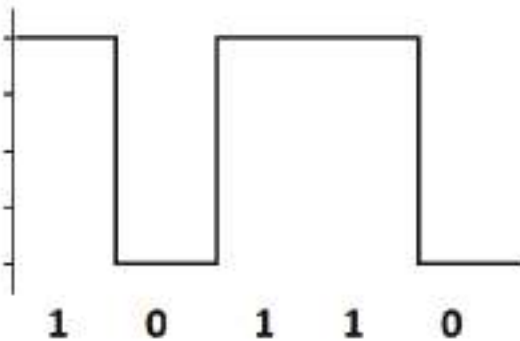


Figura 8.

El módulo receptor en condiciones normales espera un 1 tras un 0, pero si nuevamente encuentra un 1 se prepara para la recepción de un mensaje, dicho mensaje tiene una longitud determinada de 7 bits. Luego de que termine la transmisión del mensaje el módulo emisor vuelve a su estado natural (envío de señal cuadrada) por 3 ciclos.

CONCLUSIONES

El crecimiento del número de incendios forestales afecta gravemente el ecosistema, es importante y necesario, minimizar los riesgos de la propagación del fuego. La implementación de herramientas de bajo costo y alcance aceptable para dar

soluciones a este tipo de problemas son posibles con la investigación e integración de áreas como electrónica, sistemas, medio ambiente, etc.

Establecer previamente un diseño y simulación de un dispositivo permite obtener un conocimiento más detallado de los elementos necesarios para el desarrollo de este. Sin embargo, las herramientas de simulación no generan todos los posibles problemas que afectan el funcionamiento normal en condiciones reales.

Arduino funciona como un centro de control de los diferentes dispositivos, presenta ventajas para la implementación del proyecto ya que es software y hardware ampliable, de código abierto, y Multiplataforma a diferencia de otros entornos. El diseño se realiza mediante tecnología de radiofrecuencia, con sistemas radiocontrolados, con el fin de contar con opciones respecto al transmisor y receptor para el envío (TX) y recepción (RX) de las órdenes.

La solución tecnológica se plantea como una forma económica y de fácil configuración, con el propósito que los dispositivos sensores puedan ser distribuidos masivamente y así lograr la detección de un incendio de forma precisa y temprana.

Los sensores de calor se utilizan teniendo en cuenta su razonable eficacia y materiales de bajo coste; se activan en presencia de llamas o aumento de la temperatura.

REFERENCIAS

- [1] BREIJO, E. G. (2012). *Compilador C CCS y Simulador Proteus para Microcontroladores PIC*. Barcelona, España: MarCombo..
- [2] CONSTANTINO PÉREZ VEGA, J. M. (2007). *Sistemas de telecomunicación*. España: Universidad de Cantabria.
- [3] GILTESA. (2012). *Módulos de radio frecuencia a 433Mhz para Arduino*. Obtenido de <https://giltesa.com/2012/07/19/modulos-de-radio-frecuencia-a-433mhz-para-arduino>
- [4] JOAN ANTONI ROS MARIN, O. B. (2016). *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad 2.ª edición*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.



ESTRUCTURA COMPORTAMENTAL DE LA ARAÑA LOBO HEMBRA EN STATEFLOW DE MATLAB

Giovanni Rodrigo Bermúdez
Bohórquez
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
gbermudez@udistrital.edu.co

Leidy Yolanda López
Osorio
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia
lylopezo@correo.udistrital.edu.co

Sandra Milena Méndez
Furque
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Bogotá, Colombia,
srmendezf@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presenta la arquitectura reactiva para el comportamiento de la araña lobo (*Allacosa brasiliensis*), que vive en territorio uruguayo. Se crearon las capas del comportamiento con la ayuda de STATEFLOW de MATLAB, en donde se tienen las entradas sensoriales del animal y las salidas que se generan en cada una de las capas correspondientes a su comportamiento de acuerdo con los estímulos recibidos.

PALABRAS CLAVE

Araña, comportamiento, copula

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.

Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

ABSTRACT

The following article presents the architecture reactive behavior playing the wolf spider (*Allacosa Brasiliensis*) living in Uruguayan territory, creating a framework which identifies the layers work in this behavior, with the help of the tool Matlab Stateflow state machines are created which houses the sensory inputs and outputs can be observed that generates each of the layers that make playing this type of arachnid.

Keywords

Spider, behavior, copulate.

1. INTRODUCCIÓN

La reproducción sexual es considerado uno acciones más destacadas entre los animales, es algo básico para la supervivencia de una especie. En la *Allacosa Brasiliensis* la reproducción no puede ser la excepción, las hembras son las que rigen en este comportamiento seleccionando al macho encargado de realizar la labor, inician con una atracción que lleva consigo implementación de canales sensoriales, algunos de ellos actúan de forma independiente o se complementan, para dar inicio a cada una de las fases descritas: **búsqueda** es la identificación de señales y selección del macho, **cortejo** son acciones iniciales donde se establece la relación, **copulación** es el momento donde establece el contacto de los órganos reproductivos de cada uno de los géneros y **sellado de la cámara** que se lleva a cabo cuando el macho abandona la cueva para cederla a su pareja mientras las crías nacen.

2. ARAÑA BLANCA DE LOS MEDANOS

Allocosa brasiliensis es una araña lobo que habita en cuevas en las zonas costeras de Uruguay (ver Figura 1) [1]; presenta una coloración blanquecina que le permite camuflarse perfectamente con los arenales. Construyen cuevas en los médanos, con paredes recubiertas de una sustancia sedosa que ella mismas generan.

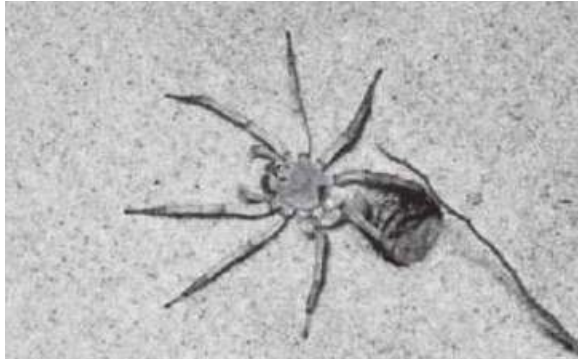


Figura 1. *Allocosa brasiliensis* [2]

Los machos de arañas son más pequeños que las hembras, deben tener cuidado al acercarse y galantear a sus potencialmente peligrosas y agresivas parejas. Los apareamientos ocurren en los nidos construidos por los machos, y las hembras prefieren a los que tienen cuevas más profundas.

Luego del apareamiento y antes de alejarse, los machos cierran sus cuevas y se las dejan a las hembras. Las nuevas propietarias hacen sus puestas de huevos en ese lugar y saldrán de allí luego del nacimiento de sus crías. [2]

2.1 Canales sensoriales:

En la Tabla 1 se muestran los canales sensoriales de la araña lobo hembra, y la relación de cada uno de ellos con su fase reproductiva.

Tabla 1. Relación canales sensoriales y reproducción

CANAL SENSORIAL	FUNCIÓN EN LA REPRODUCCIÓN
Químico	Selección del macho
Táctil	Enfrentamiento con el macho
visual	Selección y sellado de la cueva
Vibratorio	Acercamiento a la cueva del macho

3. COMPORTAMIENTOS

La fase de reproducción de la araña lobo hembra está conformada por cuatro comportamientos que se describen a partir del esquema Bottom Up presentado en la Figura 2.

A la izquierda se encuentran las entradas a los comportamientos que son cada uno de los canales sensoriales, los bloques son los comportamientos y a la derecha se encuentran las salidas, que se ven

reflejadas como extremidades y partes del cuerpo del animal que reaccionan ante el estímulo de los canales sensoriales.

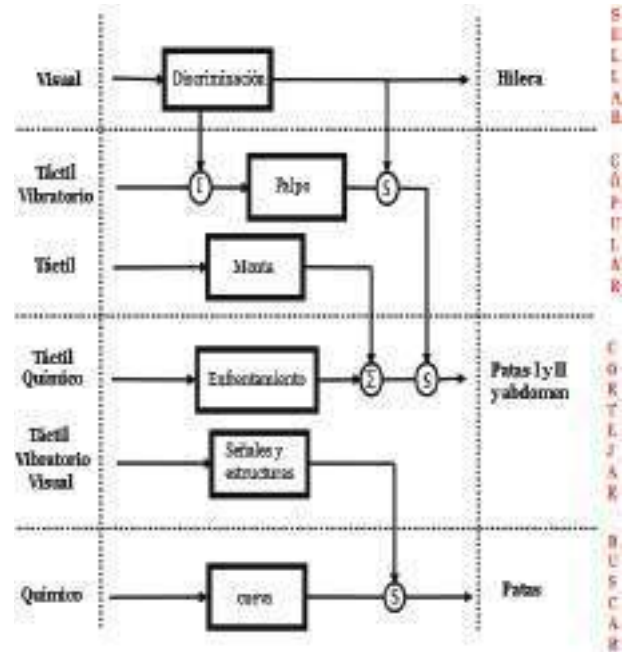


Figura 2. Esquema Bottom Up para la reproducción de la araña lobo hembra

3.1 Capa Buscar:

Este es el comportamiento básico que tiene la araña lobo para llevar a cabo la reproducción; está compuesto por el bloque cueva. Aquí la hembra valiéndose de su canal sensorial químico, percibe los sustratos que emite el macho con sus órganos de estridulación, estas sustancias químicas afectan la receptividad sexual femenina y esta se ve impulsada a iniciar la búsqueda de la cueva en donde se encuentra el macho.

3.2 Capa Cortejar:

En esta instancia, la hembra ha encontrado la cueva del macho e inicia una serie de movimientos estructurados de cortejo, que van encaminados a hacer una elección de su pareja.

Cortejar tiene dos comportamientos característicos; el primero es la emisión de señales y estructuras de cortejo, en donde valiéndose de su primer par de patas y su abdomen, la hembra emite señales vibratorias desde la entrada de la cueva, las cuales percibirá el macho, que si se ve atraído responderá con movimientos similares. A continuación la hembra ingresará a la cueva en donde inicia el siguiente comportamiento.

Una vez en la cueva el macho no da la espalda a la hembra por lo que se produce un enfrentamiento; aquí los canales táctiles presentes en los pelos que cubren sus cuerpos, se ven estimulados y la pareja avanza hacia el fondo de la cueva.

3.3 Capa Copular:

Terminado el cortejo, el macho procede a introducir su órgano palpar en el orificio genital de la hembra, este proceso se divide en dos fases:

Durante la monta el macho subirá y bajara repetidamente al dorso de la hembra, cambiando de posición para insertar alternadamente sus dos órganos palpare, y la desmontara para asearse.

Cada vez que el macho monta a la hembra, lleva a cabo la penetración de uno de sus órganos palpare en el epigino [3], que es el orificio genital de la hembra. Durante este proceso, el macho eyaculará en múltiples ocasiones [5].

3.4 Capa Sellar:

Una vez el macho ha depositado su esperma en la hembra, cede su cueva, para que ella deposite los huevos. El macho no pierde de vista a la hembra mientras retrocede, previniendo un ataque e inicia el sellamiento de la cueva con su seda, haciendo uso de la hilera que es el órgano encargado de su producción. La hembra avanza y le colabora en esta actividad.

4. MÁQUINAS DE ESTADO

Se hizo la simulación de cada uno de los comportamientos descritos en el ítem anterior con la ayuda de la StateFlow de Matlab.

En la Figura 3 se presenta el chart que contiene las máquinas de estado que representan cada comportamiento, las entradas al sistema que serán activadas mediante contactos y las salidas que corresponden a las partes del cuerpo de la araña que intervienen en la realización de las conductas reproductivas.

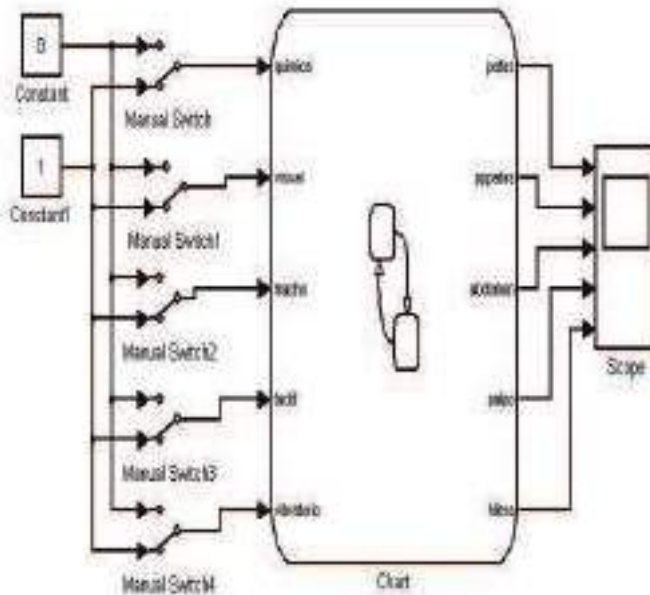


Figura 3. Chart para la reproducción de la araña lobo hembra

A continuación se hace la descripción de cada una de las máquinas de estado contenidas en el chart.

4.1 Máquina buscar:

En la Figura 4 se muestra como inicia la búsqueda de la pareja; la araña percibe una señal química y usando su 4 pares de patas se dirige hacia la fuente de dicha señal.

Se presentan dos variables “a” y “h”, la primera permite el paso al siguiente comportamiento y la última da por terminada la búsqueda de macho.

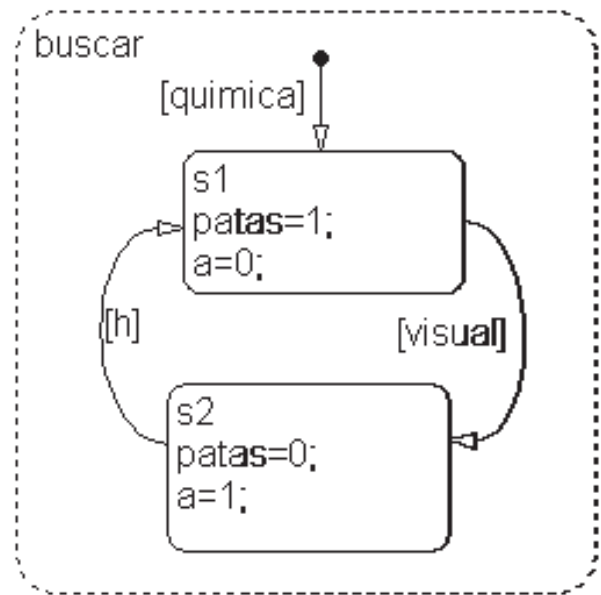


Figura 4. Máquina de estado para la búsqueda del macho

4.2 Máquina señales:

En la Figura 5 se muestra el desarrollo del comportamiento que toma la hembra para la selección del macho; las señales que intervienen son el avistamiento de la cueva y del macho, con lo cual se da inicio a la emisión de señales con el primer par de patas (pppatas) y su abdomen, este proceso se lleva a cabo durante un tiempo “t”, con lo cual hembra avanzará hacia el interior de la cueva.

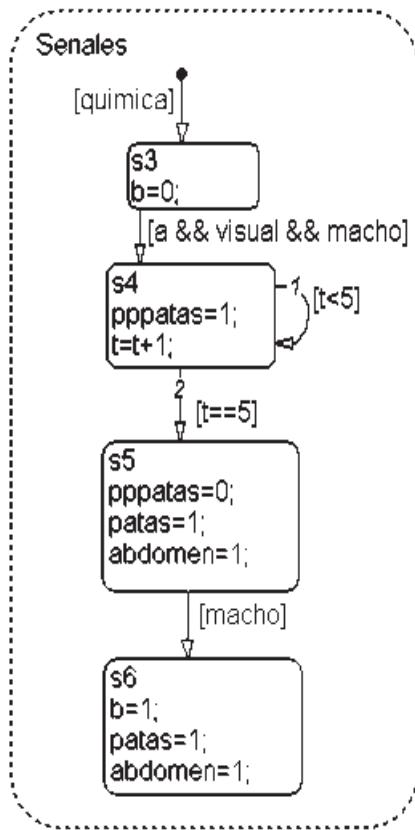


Figura 5. Emisión de señales para la selección del macho

4.3 Maquina enfrentamiento:

Una vez están de frente hembra y macho, se inicia la emisión y recepción de señales táctiles entre los animales y empezaran a hacer una especie de danza, sin que ninguno dé la espalda, la hembra usa su primer par de patas en intervalos de tiempo durante el proceso.

El enfrentamiento finaliza una vez el macho introduce su palpo en el epigino de la hembra. (Figura 6).

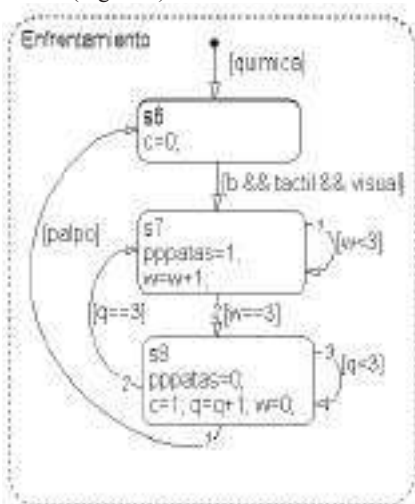


Figura 6. Enfrentamiento del macho y la hembra

4.4 Maquina monta:

Luego que la hembra ha seleccionado su pareja y el cortejo ha finalizado, el macho procede a montar a la hembra; aquí las señales táctiles son representativas ya que es una preparación para la copula [4].

El macho estará subiendo y bajando del dorso de la hembra para penetrarla y limpiar sus palpos; esto se ve representado con contadores "m" y "j". La monta se reinicia cada vez que el palpo es introducido en el epigino (Figura 7).

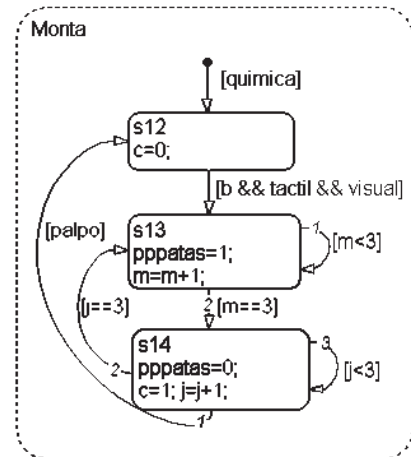


Figura 7. Monta del macho a la hembra

4.5 Maquina Palpo:

Cuando el macho introduce sus palpos en el orificio genital de la hembra intervienen las señales de tacto y vibración; durante la penetración el macho eyacula múltiples veces sin desmontar a la hembra; esto se ve representado con el contador "z". (Figura 8).

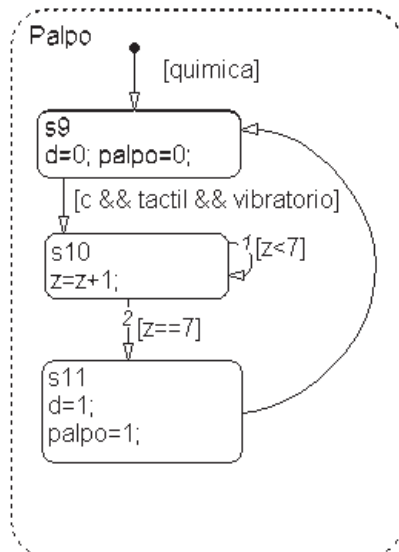


Figura 8. Copula

4.6 Maquina discriminación:

En este último comportamiento (Figura 9) el macho de aleja y cede su cueva a la hembra para que ponga sus huevos. Antes de ir en busca de una nueva cueva el macho se encarga de sellar su antigua cueva y la hembra le ayuda desde adentro. Este proceso se lleva a cabo por un tiempo representado por el contador "r".

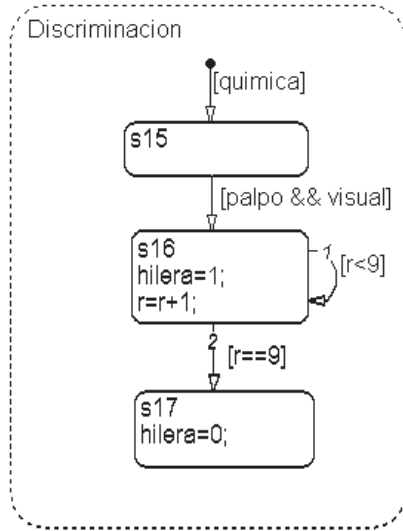


Figura 9. Sellado de la cueva

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aunque el canal sensorial químico solo actúa en el comportamiento más básico que es el de búsqueda, es esta señal la que permite la activación de los otros comportamientos de jerarquía mayor; esto ya que a partir de esta percepción la araña inicia la búsqueda de un macho y pocas veces se presenta que no seleccione a uno [1], debido a esto todas las máquinas de estado inician con la señal química y se quedan en un estado vacío a la espera de otro estímulo que de paso a la realización de otro comportamiento.

6. CONCLUSIONES

Todos los animales tienen diferentes comportamientos para llevar a cabo su reproducción, pero en particular las arañas lobo pertenecen al grupo de animales que hace una selección más rigurosa de su pareja y llevan a cabo la inversión de roles en su fase sexual; es por esto que su comportamiento puede ser fácilmente representado con una estructura jerárquica.

7. REFERENCIAS

- [1] Aisenberg, A., Dra, O., Viera, C., & Costa, C. P. F. G. (2006). spp., Araneae, Lycosidae): aislamiento reproductor entre dos especies simpátricas y sincrónicas, e inversión de roles sexuales., 93. Retrieved from <http://www.bib.fcien.edu.uy/files/etd/biol/uy24-11869.pdf>
- [2] Medio, N. Y., & No, A. (n.d.). arañas del campus, 55. Retrieved from <http://www.uah.es/universidad/ecocampus/documentos/aranias.pdf>
- [3] Aisenberg, A., Baruffaldi, L., Laborda, Á., & Simó, M. (2009). HISTORIAS DE AMOR Y CONSERVACIÓN arañas en la playa, 119–120. Retrieved from <http://www.iibce.edu.uy/DIVULGACION/Historias de amor y conservaci%F3n.pdf>
- [4] Baldenegro, F., Carballo, M., Aisenberg, A., Una araña lobo rompe las reglas en la costa uruguaya, Aprendiendo de las excepciones, Uruguay Ciencia N°16, 2013 http://www.uruguay-ciencia.com/articulos/UC16/Arania_lobo_UC16.pdf
- [5] Rojas, C., Cortejo y Pseudocópula de la araña subsocial Anelosimus vierae, Orientación entomología, Facultad de ciencias biológicas, UDLAR, Montevideo Uruguay, 2011 <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/1346/1/uy24-15164.pdf>



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=dMJK8aKBc5Q>

Implementación de programación genética para el diseño de laminados de materiales compuestos

Ing. Carlos Humberto Rubio
Rascón
Instituto Tecnológico de Chihuahua
II
Av. De las Industrias #11101
Complejo Industrial Chihuahua
carlosh.rubio.r@gmail.com

Dr. Alberto Díaz Díaz
Centro de Investigación en
Materiales Avanzados S.C.
Miguel de Cervantes #120
Complejo Industrial Chihuahua
alberto.diaz@cimav.edu.mx

M.C. Rafael Vázquez Pérez
Instituto Tecnológico de Chihuahua
II
Av. De las Industrias #11101
Complejo Industrial Chihuahua
rvazquez.perez@me.com

RESUMEN

Hoy en día los materiales compuestos en forma de laminados tienen una gran aceptación en el sector aeroespacial, automotriz, deportivo etc. Todo se debe principalmente a su alta resistencia y baja densidad. La desventaja de este tipo de materiales radica en su diseño, teniendo un comportamiento difícil de predecir. Por lo tanto se requieren de diseñadores altamente calificados, que puedan determinar con facilidad las posibles combinaciones de ángulos, capas y materiales, que den los resultados esperados en laminados multicapa. Este artículo propone una optimización multiobjetivo en el orden de capas y orientaciones de laminados multicapa mediante un algoritmo genético, permitiendo a quien utilice el algoritmo llegar a una posible solución sin explorar una a una las combinaciones existentes en un apilado. Finalmente, se presentan una serie de pruebas y resultados que verifican el comportamiento del algoritmo y su fiabilidad.

ABSTRACT

Nowadays composite materials in form of laminates have a great

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

acceptance in aerospace, automotive and sports industries. This is primarily because of their high resistance and low density. This kind of material's disadvantage lies in its design, for its behavior is hard to predict. Thus highly qualified designers are required to determine possible combinations of angles and stack sequences that give the expected results. This article proposes a multiobjective optimization for stack sequences and orientations of multilayer laminates through a genetic algorithm, allowing the user reach a possible solution without searching every existing combination one by one. Finally, a series of tests and results that verify the algorithm's behavior and its reliability.

Categorías y Descriptores Temáticos

Computing methodologies: Machine learning, Bio-Inspired approaches, Genetic algorithms.

Metodologías de la computación: Aprendizaje automático, enfoques inspirados en la biología, Algoritmos genéticos.

Términos Generales

Algoritmo genético, Inteligencia artificial, Programación.

Palabras clave

Algoritmo genético, Inteligencia artificial, Optimización, Materiales compuestos, laminados compuestos.

Keywords

Genetic algorithm, Artificial intelligence, Optimization, Composite materials, Composite laminates.

INTRODUCCIÓN

En la industria aeroespacial, automotriz, deportiva, entre otras, existe la necesidad de obtener materiales que combinen una alta resistencia y una baja densidad con el fin de ahorrar costos. Para resolver este problema se crearon los materiales compuestos.

Un material compuesto está conformado por un material matriz (generalmente una matriz polimérica) y un material de refuerzo, el cual puede estar presente en forma de esferas, fibras unidireccionales o fibras con dirección aleatorias. La inclusión del material refuerzo permite mejorar las propiedades del material matriz. [1]

Dentro de la construcción de materiales compuestos se encuentran los modelos multicapa, los cuales consisten en apilar materiales compuestos unos sobre otros, en forma de capas. Este proceso de apilado se realiza hasta que el conjunto de materiales encuentre un punto óptimo en términos de resistencia, rigidez y peso de acuerdo al trabajo para el cual se está diseñando.

Sin embargo, lo que pareciera un trabajo simple de colocar una capa sobre otra, se torna en una tarea sumamente compleja debido a su naturaleza anisotrópica. Es decir, si las cargas son aplicadas en la misma dirección de orientación del material refuerzo, las propiedades resultantes serán totalmente distintas a las que se obtendrían con una carga en cualquier otra dirección.

Por este motivo se busca que cada una de las capas de un modelo multicapa tenga una orientación del material refuerzo diferente, haciendo que el conjunto de materiales compuestos tenga las mejores propiedades en todas las zonas y orientaciones de aplicación de fuerza.

Es de imaginar que para predecir el comportamiento del material resultante se deben de tomar en cuenta las propiedades de cada uno de los materiales involucrados en cada capa junto con su espesor y orientación. Esto se traduce directamente en una serie de ecuaciones que permiten estimar con gran precisión las propiedades finales.

El diseño de los laminados multicapa adquiere complejidad debido a la cantidad masiva de posibles combinaciones en el orden de las capas y sus orientaciones. Por ejemplo, un apilado hecho solamente de material CFRP (Carbon-Fibre Reinforced Polymer) con 5mm de espesor tiene 40 capas. Para diseñar un laminado compuesto que tenga una característica definida, existen un total de 4×10^{21} posibles combinaciones de ángulos de capas; si cada combinación durara 1µs en ser evaluada, una búsqueda exhaustiva duraría alrededor de 150 millones de años. [2]

Esta complicación hace que sea necesario un algoritmo de optimización para encontrar apilados que satisfagan las necesidades del usuario. Existen varios tipos de técnicas de optimización que se pueden implementar en los laminados compuestos. A continuación se presentan algunos ejemplos de optimización presentados en diversas publicaciones:

- En 2002 se abordó el tema de la maximización de margen de falla de un laminado compuesto usando el algoritmo descendente interactivo, para el cual se planearon el uso de múltiples criterios de evaluación. [3]
- Utilizando el algoritmo de recocido simulado (simulated annealing), fue realizada una herramienta en el 2005 que optimiza el esfuerzo máximo en un multicapa con espesor constante. [4]
- En el año 2010 se implementó una optimización del orden de capas de un laminado usando la distribución de probabilidad

Lévy en un algoritmo de colonia de hormigas para maximizar la resistencia al pandeo. [5]

- Posteriormente, en el 2013 fue desarrollada una herramienta basada en el algoritmo “Leaping frog” en el que se busca optimizar el peso y el costo de los laminados compuestos variando su espesor y orientación. [6]
- En el 2014 se documenta una optimización de orientación de fibras en un laminado compuesto usando algoritmos genéticos usando una selección de élite para las parejas y un cruce doble. [7]

Entre este tipo de programas destacan los algoritmos genéticos debido a su capacidad de experimentar solamente con las mejores soluciones que se van presentando para crear nuevas que se asemejen más a las buscadas. Esto permite una búsqueda de soluciones óptimas sin tener que realizar rastreos exhaustivos por todo el espectro de posibilidades.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto, es el desarrollo de un algoritmo genético que mediante la configuración de las propiedades mecánicas de cada capa de material compuesto y estableciendo criterios de comportamiento, sea capaz de generar la combinación óptima de ángulos y acomodo de dichos materiales en un modelo multicapa.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Cálculo de rigideces en modelos multicapa

La rigidez es una medida de la oposición de una estructura a la imposición de deformaciones elásticas. Así, la rigidez es la capacidad de un elemento estructural para soportar esfuerzos sin adquirir grandes deformaciones. [8]

Debido a la naturaleza de los laminados multicapa, su rigidez debe ser calculada utilizando ecuaciones especializadas para este tipo de materiales, con los cuales se obtienen las siguientes propiedades:

- La matriz $ABBD$ y su inversa. El comportamiento generalizado del multicapa se escribe:

$$\begin{pmatrix} N_x \\ N_y \\ N_{xy} \\ M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tilde{A} & \tilde{B} \\ \tilde{C} & \tilde{D} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \epsilon_x \\ \epsilon_y \\ 2\epsilon_{xy} \\ \chi_x \\ \chi_y \\ 2\chi_{xy} \end{pmatrix} \quad (1)$$

donde \tilde{A} , \tilde{B} y \tilde{D} son matrices de 3×3 ; N_x , N_y y N_{xy} son los esfuerzos de membrana; M_x , M_y y M_{xy} son los momentos en el plano del laminado, ϵ_x , ϵ_y y ϵ_{xy} son las deformaciones generalizadas en el plano y χ_x , χ_y y χ_{xy} son las curvaturas.

- La matriz de rigideces fuera del plano \tilde{F} y su inversa. El comportamiento generalizado del multicapa da lugar a esta matriz:

$$\begin{pmatrix} Q_x \\ Q_y \end{pmatrix} = \tilde{F} \cdot \begin{pmatrix} 2\varepsilon_{xz} \\ 2\varepsilon_{yz} \end{pmatrix} \quad (2)$$

donde Q_x , Q_y y Q_{xy} son los cortantes, ε_{xz} y ε_{yz} son las deformaciones generalizadas asociadas a dichos esfuerzos.

- Los módulos de Young aparentes E_x y E_y en el sistema de coordenadas global (x, y, z) .
- Los módulos de esfuerzo cortante aparentes G_{xy} en el sistema de coordenadas global (x, y, z) .
- Los módulos de flexión aparentes E_{XB} y E_{YB} en el sistema de coordenadas global.
- Los coeficientes de Poisson aparentes ν_{xy} y ν_{yx} en el sistema de coordenadas global.
- Los coeficientes de dilatación térmica aparentes α_x , α_y y α_{xy} en el sistema de coordenadas global.
- Los coeficientes de dilatación por absorción de humedad aparentes β_x , β_y y β_{xy} en el sistema de coordenadas global.

Los diseñadores de laminados compuestos tienen como objetivo conseguir que una o varias de las propiedades mencionadas anteriormente satisfagan un criterio variando el orden de las capas y sus ángulos, por lo que un algoritmo de optimización que evalúe posibles soluciones para encontrar las mejores es necesario para llevar a cabo esta tarea.

Crterios de optimización

Un diseñador de laminados puede tener una o más necesidades cuando busca generar un laminado, por lo que el algoritmo de optimización debe ser multiobjetivo para aceptar de forma dinámica la combinación de uno o más criterios y evaluarlos según sea el caso.

Por otro lado, dicho diseñador puede tener necesidades diferentes para cada una de las propiedades del laminado que busca; con ese objetivo se toman en cuenta seis tipos de optimización, los cuales se enlistan a continuación:

- Maximizar.
- Minimizar.
- Buscar un valor especificado.
- Buscar un valor mayor al especificado.
- Buscar un valor menor al especificado.
- Buscar un valor que esté entre dos valores especificados.

El usuario puede seleccionar el tipo de optimización que desea aplicar a cada una de las variables deseadas, tras lo cual el algoritmo genético se encarga de evaluarlas dependiendo del criterio elegido para obtener un resultado más cercano a las necesidades del usuario.

Algoritmos genéticos

Entre los algoritmos de optimización documentados destacan los algoritmos genéticos debido a su capacidad de experimentar solamente con las mejores soluciones que se van presentando para crear nuevas que se asemejen más a las buscadas. Esto permite una búsqueda de soluciones óptimas sin tener que realizar rastreos exhaustivos en todo el espectro de posibilidades.

Además, la versatilidad de un algoritmo genético permite abarcar un amplio espectro de problemas específicos, tomando en cuenta

las particularidades de cada uno de ellos para utilizarlas en la búsqueda de las mejores soluciones.

Entre otras, los algoritmos genéticos tienen las siguientes ventajas:

1. Puede optimizar con variables continuas o discretas.
2. No requiere el cálculo de derivadas.
3. Busca simultáneamente en una amplia gama de posibles soluciones.
4. Puede manejar un gran número de variables.
5. Se puede acomodar para computadoras paralelas.
6. Optimiza variables sumamente complejas.
7. Provee una lista de soluciones óptimas, no solamente una.
8. Puede codificar variables para que la optimización se haga codificada.
9. Trabaja con datos generados numéricamente, datos experimentales o funciones analíticas. [9]

Para resolver el problema de optimización de este trabajo, se tomó como guía el diagrama de flujo básico del algoritmo genético, el cual se puede observar en la Figura 1. Sin embargo, para utilizarlo de forma correcta, se deben determinar los algoritmos de selección y cruce en base a los que hayan probado ser efectivos en numerosas ocasiones.



Figura 1. Diagrama de flujo del algoritmo genético.

El algoritmo de selección dirigido por el peso de las soluciones, lo cual significa que, entre mejor solución sea, mayor probabilidad tendrá de que surja en la selección de parejas. Por otra parte, el método con el que se combina del material genético se desarrolló manejando un punto de cruce por cada capa del laminado compuesto, lo cual permite una mayor diversidad en las nuevas generaciones.

Función costo

Debido a que el problema a optimizar es multiobjetivo, es necesario que la función costo del algoritmo genético implemente un mecanismo para transformar las propiedades de interés en un sólo número que represente qué tan buena resulta una posible

solución dada. En la Figura 2 se muestra el diagrama que marca el proceso de la función costo del algoritmo genético.



Figura 2. Procedimiento que sigue la función costo.

El primer paso para evaluar un apilado es obtener las propiedades que deben ser optimizadas usando las ecuaciones pertinentes. Estas son almacenadas en un vector con el que se va a estar trabajando durante el resto de la función.

Después, dichas propiedades deben ser convertidas a cantidades que tengan la misma magnitud para que puedan ser comparadas sin despreciar alguna de ellas. Esto se debe a que existe una diferencia considerable en los rangos de posibles valores para algunas de las propiedades del laminado. Por ejemplo, los módulos de Young aparentes pueden manejar valores entre cero y 300GPa, mientras que los coeficientes de Poisson aparentes manejan valores entre cero y 0.5.

Para llevar a cabo esta etapa de normalización, se usan valores mínimos y máximos preestablecidos y se determina un rango para cada variable, para luego transformarla para que se acomode en un rango de cero a mil, con lo que todas las propiedades mantienen un mismo rango de valores y, por lo tanto, todas tienen la posibilidad de afectar en gran medida el costo final de la posible solución.

El tercer paso de la función costo es permitir que el usuario determine cuál o cuáles variables desea que se tomen más en cuenta al momento de buscar la mejor solución. Esto se logra pidiéndole un valor de prioridad para cada una de las propiedades que se van a optimizar, valor que se le multiplica a cada propiedad normalizada para conseguir datos que toman en cuenta la preferencia del usuario al decidir qué tan buena es una solución.

Para finalizar el proceso, la función costo debe convertir todas las variables a optimizar en una sola cantidad con la que se pueda hacer comparaciones y determinar cuál es la mejor solución. Por la naturaleza multiobjetivo de este algoritmo, este paso adquiere su propia complejidad porque se debe tener en cuenta qué tipo de comportamiento se busca cuando se optimiza más de un valor.

Para esta función costo se implementaron dos algoritmos para acumular los resultados:

- El primero se dedica solamente a multiplicar cada uno de los valores a optimizar para tener una sola cantidad al final. Esta es la solución más sencilla y resulta correcta cuando solamente se busca obtener la solución que tenga mejor valor, sin importar que se termine optimizando una sola variable en el proceso, dejando las demás sin consideración alguna.

- El segundo algoritmo divide la multiplicación de los resultados entre su media. Dicha solución se aplica cuando el usuario requiere que se busquen optimizar todas las variables por igual, aunque eso signifique disminuir el valor de alguna de ellas para aumentar otro.

La definición del algoritmo de acumulación de resultados es una configuración que determina el usuario antes de ejecutar el algoritmo genético, por lo que se reduce a cuál sea su necesidad para cada optimización que busque.

Evaluación de las pruebas

Para el diseño de pruebas se implementó un sistema simple que consiste en determinar las condiciones iniciales tales como los materiales, restricciones y configuraciones del algoritmo genético. Una vez asignados, el sistema se encarga de hacer 1000 corridas de la optimización para obtener un comportamiento representativo del algoritmo genético.

Las características generales aplicadas en las pruebas presentadas en este documento son:

- Material 1, $E_L = 150\text{GPa}$, $E_T = 10\text{GPa}$, $G_{LT} = 8\text{GPa}$, $\nu_{LT} = 0.2$, Espesor = 1mm.
- Material 2, $E_L = 20\text{GPa}$, $E_T = 2\text{GPa}$, $G_{LT} = 1\text{GPa}$, $\nu_{LT} = 0.15$, Espesor = 1mm.
- Proporción de buenos individuos = 50%. Se refiere a la mejor mitad de los individuos de la población que sobrevivirán a la siguiente generación; el resto serán reemplazados por los mejores individuos de la nueva generación.
- Criterio de convergencia = 1%. Si el cambio que exista en la media y desviación estándar entre generaciones disminuye del 1%, el algoritmo genético termina.
- Frecuencia de mutación = 0.1%. Por cada 1000 bits generados por el algoritmo, uno va a cambiar su valor para aumentar la diversidad de los resultados.

Con estas configuraciones se presentan dos casos de estudio en este trabajo. Antes de eso, se muestra una serie de pruebas para predecir el número de individuos que debería utilizarse en una corrida basándose en el número de capas que se desean y el porcentaje de error que se puede aceptar. Para ello, se hicieron pruebas con las configuraciones mencionadas arriba pero con variaciones en:

- El número de capas del apilado (2, 4, 8 y 16 capas).
- El número de individuos (de 20 a 110 en incrementos de 10 en 10).

RESULTADOS

Nivel de error

Para realizar esta predicción se realizaron 40 pruebas (un total de 40,000 corridas del algoritmo genético) optimizando E_x para tomar todas las combinaciones de las variantes a estudiar. Cada conjunto de 1000 corridas duró entre 12 y 15 minutos en terminar su ejecución, y al terminar cada conjunto se obtiene un archivo con información estadística de cada corrida junto con una gráfica que hace un resumen de los resultados, incluyendo los valores máximo y mínimo obtenidos, la desviación estándar, la media y su desviación normalizada (ver Figura 3).

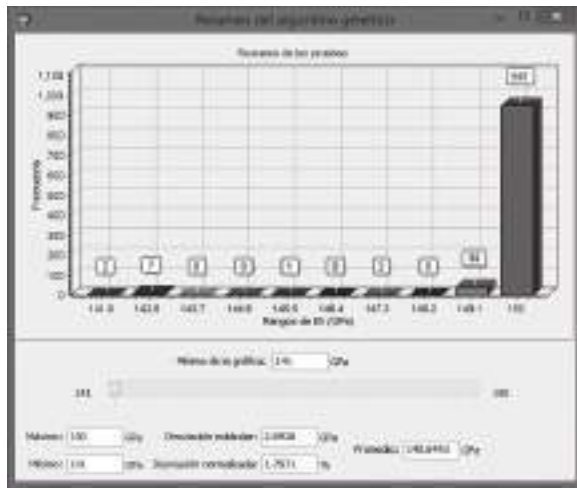


Figura 3. Ejemplo de gráfica de resumen.

La desviación normalizada representa el porcentaje de error que se encontró en el conjunto de datos, con la ventaja de que es independiente de las unidades de medida, y se usa para verificar el comportamiento del algoritmo genético y así compararlo con otras pruebas ligeramente variadas. Dicha variable se calcula con la siguiente fórmula:

$$\sigma_{norm} = \frac{\sigma}{\mu} * 100 \quad (3)$$

donde σ es la desviación estándar de los valores máximos alcanzados por cada ejecución que se hizo en el conjunto, mientras que μ es la media de dichos máximos.

En la Tabla 1 se muestra el condensado de las 40,000 ejecuciones del algoritmo genético mostrando las desviaciones normalizadas para cada una de las combinaciones de número de individuos y número de capas.

Tabla 1. Resultados de las pruebas en módulo de Young E_x .

Individuos	2 capas	4 capas	8 capas	16 capas
20	150.73%	146.65%	130.04%	96.98%
30	68.57%	82.93%	79.59%	65.31%
40	33.61%	47.45%	52.30%	47.01%
50	20.27%	30.72%	37.27%	38.18%
60	12.26%	17.29%	22.49%	28.50%
70	6.73%	11.66%	15.88%	22.71%
80	3.78%	5.44%	13.47%	17.66%
90	1.79%	2.52%	7.86%	15.12%
100	1.32%	2.08%	5.02%	11.92%
110	1.08%	1.50%	4.66%	9.97%

Como se puede apreciar, el porcentaje de error disminuye entre más individuos tenga la población del algoritmo genético, mientras que aumenta junto con el número de capas que se necesita obtener, obteniendo errores menores al 10 por ciento en los siguientes casos:

- Usando dos capas: A partir de 70 individuos.
- Usando cuatro capas: A partir de 80 individuos.
- Usando ocho capas: A partir de 90 individuos.
- Usando dieciséis capas: A partir de 110 individuos.

Además, se realizaron pruebas de optimizaciones multiobjetivo para apreciar el comportamiento del algoritmo en otro tipo de situaciones y verificar el campo de soluciones óptimas encontradas con más de una variable a optimizar.

Primer caso de estudio

La primera prueba multiobjetivo busca la maximización simultánea de E_x y E_y , buscando un error normalizado menor al 10% usando los mismos criterios que en las pruebas con un solo objetivo. En la Figura 4 se aprecia la gráfica que contiene los valores óptimos encontrados para ambas propiedades, comparando los módulos de Young aparentes E_x y E_y .

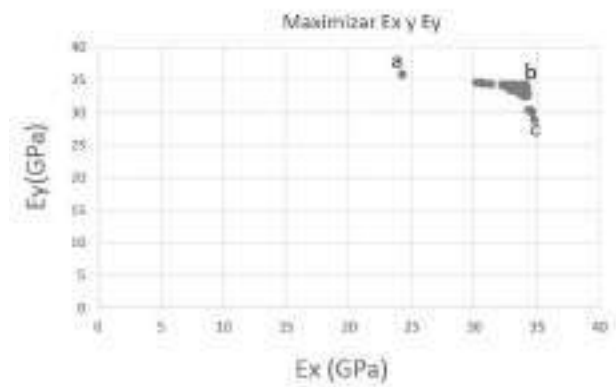


Figura 4. Gráfica de los valores óptimos de E_x y E_y al ser maximizados.

En esta gráfica se aprecia que las ejecuciones del algoritmo genético para la optimización de estas dos propiedades tiende hacia un punto en el que se intersectan ambos máximos (inciso b, explicado más adelante), con una desviación normalizada de 3.17%, bastante menor al 10% esperado por los resultados anteriores.

Las soluciones representadas con letras en la imagen corresponden a los siguientes apilados:

- Material 1 a 22° en capa 1, Material 1 a -85° en capa 2. $E_x=24.2$ GPa y $E_y=35.8$ GPa.
- Material 1 a 90°, Material 1 a 0°. $E_x = 34.1$ GPa y $E_y=34$ GPa.
- Material 1 a 0°, Material 2 a 76°. $E_x=34.8$ GPa y $E_y=28.8$ GPa.

Segundo caso de estudio

Por otra parte, al realizar una maximización de E_x y G_{xy} usando los mismos criterios que en la prueba anterior, se obtiene una gráfica diferente (ver Figura 5).

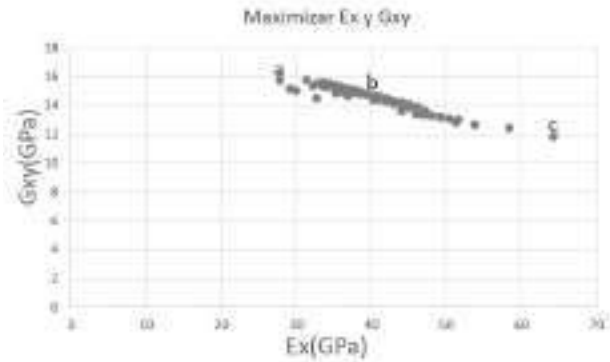


Figura 5. Gráfica de los valores óptimos de E_x y G_{xy} al ser maximizados.

En esta prueba los resultados indican que, en lugar de aproximarse a un punto máximo, los resultados tienden a formar una línea de soluciones óptimas, lo cual tiene como causa la existencia de múltiples soluciones al problema de optimización planteado. Además, su error normalizado fue de 3.09%, nuevamente debajo de lo esperado.

Las soluciones representadas con letras en la gráfica corresponden a los siguientes apilados:

- Material 1 a -34° , Material 1 a 45° . $E_x=27.7$ GPa, $G_{xy}=15.7$ GPa.
- Material 1 a -31° , Material 1 a 31° . $E_x=40.1$ GPa, $G_{xy}=14.7$ GPa.
- Material 1 a -21° , Material 1 a 21° . $E_x=64.2$ GPa, $G_{xy}=11.8$ GPa.

Tercer caso de estudio

Finalmente, se realizó una prueba maximizando E_x , E_y y E_{XB} al mismo tiempo para ilustrar las capacidades del método. Además, se manejaron apilados de 16 capas de manera que se construyan soluciones con una estructura más extensa (ver Figura 6).

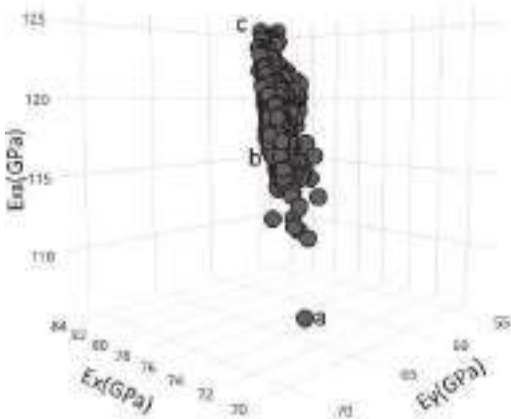


Figura 6. Gráfica de los valores óptimos de E_x , E_y y E_{XB} al ser maximizados.

De nueva cuenta, al realizar esta optimización se encuentra que existen múltiples soluciones pero esta vez, en lugar de formar una línea de soluciones óptimas, los resultados tienden a formar una superficie en el espacio de las tres variables a maximizar.

Los resultados marcados con letras en la gráfica corresponden a los siguientes apilados:

- Orden de las capas: 1 a 0° , 1 a 0° , 2 a 90° , 2 a 0° , 2 a -45° , 2 a 90° , 1 a 90° , 2 a 0° , 1 a 90° , 1 a 90° , 2 a 45° , 2 a 90° , 1 a 0° , 2 a -45° , 2 a 0° , 1 a 0° . $E_x=74.1$ GPa, $E_y=63.5$ GPa, $E_{XB}=106.4$ GPa.
- Orden de las capas: 1 a 0° , 1 a 0° , 1 a 0° , 2 a 90° , 1 a 90° , 1 a 90° , 2 a 90° , 1 a 90° , 1 a 90° , 1 a 90° , 2 a 90° , 1 a 0° , 1 a 0° , 2 a -45° , 2 a 0° , 1 a 0° . $E_x=72.6$ GPa, $E_y=67.5$ GPa, $E_{XB}=115.2$ GPa.
- Orden de las capas: 1 a 0° , 2 a 0° , 1 a 0° , 2 a 0° , 1 a -90° , 2 a 90° , 2 a 90° , 2 a -45° , 1 a 90° , 2 a 0° , 1 a 90° , 2 a 90° , 1 a 0° , 2 a -45° , 2 a 0° , 1 a 90° . $E_x=83.1837$ GPa, $E_y=57.3$ GPa, $E_{XB}=125.2$ GPa.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos, se puede afirmar que el algoritmo genético tiene un desempeño satisfactorio ya que se logra un error normalizado menor al 10% con una cantidad relativamente baja de individuos dependiendo del número de capas que se desea en el apilado final. Esto, combinado con el tiempo de ejecución obtenido por el algoritmo (menos de un segundo por cada corrida), hace que esta herramienta sea atractiva para la optimización de rigideces en los laminados de materiales compuestos.

A futuro se planea que el algoritmo tome en cuenta más necesidades del usuario, como aumentar su flexibilidad al permitirle plantear una función matemática en lugar de una variable para la evaluación de los laminados en la función costo, así como extender la funcionalidad, implementando la optimización de propiedades de esfuerzos y resistencia y permitir la configuración de los algoritmos de selección de parejas y de cruce.

Una vez concluido en su totalidad, el algoritmo formará parte de un software de simulación de materiales compuestos y modelos multicapa que estará a disposición al público de forma gratuita mediante el sitio del Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Tecnológico de Chihuahua II por permitir el desarrollo de este algoritmo como tema de tesis para su maestría en Sistemas Computacionales. Así mismo, se agradece al Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C. por el apoyo económico otorgado durante el transcurso de la maestría.

REFERENCIAS

- Jones, R. 1999. Mechanics of composite materials, second edition. Philadelphia, USA. Taylor & Francis Ltd.
- P. Sargent, D. Ige and N. Ball. 1995. Design of laminate composite layups using genetic algorithms. Engineering with Computers, pp 59-69.
- Kere, P. Koski, J. 2002. Multicriterion optimization of composite laminates for maximum failure margins with an interactive descent algorithm. Struct Multidisc Optim 23, pp 436-447.
- Deng, S. Pai, P. Lai, C. Wu, P. 2005. A solution to the stacking sequence of a composite laminate plate with constant thickness using simulated annealing algorithms. Int J Adv Manuf Technol 26, pp. 499-504.

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- [5] Candela, R. Cottone, G. Fileccia, G. Riva, E. 2010. Composite laminates buckling optimization through Lévy based ant colony optimization. IEA/AIE 2010, Part II, LNAI 609, pp. 288-297.
- [6] Seyyed, M. Rastgoo, A. Samadzadeh, M. 2013. Multi-objective design optimization of composite laminates using discrete shuffled frog leaping algorithm. Journal of Mechanical Science and Technology 27, pp. 1791-1800.
- [7] Hwang, S. Hsu, Y. Chen, Y. 2014. A genetic algorithm for the optimization of fiber angles in composite laminates. Journal of Mechanical Science and Technology 28, pp. 3163-3169.
- [8] R.C. Hibbeler. 2012. Análisis estructural, 8va edición. Estado de México, México. Pearson Educación México.
- [9] Randy and Sue Haupt. 2004. Practical genetic algorithms, second edition. New Jersey, USA. John Wiley & Sons, Inc.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA TEORÍA DE JUEGOS (JUEGO TIC TAC TOE)

Jhon R. Molina Rodero
Ingeniería de Sistemas
(Estudiante IX Semestre)
Universidad de Cundinamarca
Calle 3ª No. 6A-22
Ubaté-Cundinamarca-Colombia
+573202478953
jrmolina@mail.unicundi.ed
U.CO

Paola A. Moncada
Antonio
Ingeniería de Sistemas
(Estudiante X Semestre)
Universidad de
Cundinamarca
Carrera 7ª No. 14-118
Ubaté-Cundinamarca-
Colombia
+573217612194
paolita.271093@gmail.c
om

Héctor José Pabón Ángel
Ingeniero de Sistemas
Especialista en Computación para
la Docencia.
Maestría en Docencia
Universitaria
Universidad de Cundinamarca
Docente
Carrera 8B # 4ª-09 Ubaté,
Cundinamarca. Colombia.
+573125228919
hipa2450@mail.unicundi.ed
U.CO

RESUMEN

El cerebro humano a lo largo de la evolución ha sufrido bastantes cambios los cuales se ven reflejados en la manera de relacionar al ser humano con su ambiente, de la toma de decisiones, de la resolución de problemas y gracias a eso ha generado cada vez mayores avances capaces de dar solución a las diferentes necesidades que se le presentan, sin embargo y viendo las actuales problemáticas que la sociedad está afrontando, cada vez son más los profesionales que investigan la posibilidad de crear un sistema que sea autónomo en sus decisiones, que sea capaz de solventar de la mejor manera los problemas que se le presenten, con lo cual se

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

llega a la siguiente pregunta:

¿Será posible crear sistemas capaces de generar conocimiento por si mismos?

¿Que tomen decisiones?

¿Que tengan la capacidad de tener criterio propio?

¿Que sean inteligentes?

A partir del estudio de la teoría de juegos se ha profundizado en el análisis de los juegos competitivos entre dos personas, es decir, la lógica que se usa siempre que se interactúa con otro ser humano cuando, por ejemplo, en el famoso juego Tic Tac Toe (triqui) se presentan jugadas alternadas de dos jugadores; se busca la mejor las posibles secuencias del juego y así encontrar la mejor forma de jugar.

Palabras clave: Teoría de juegos, inteligencia artificial, sistemas, Tic tac toe, estrategias.

ABSTRACT

The human brain along the evolution has undergone several changes which are reflected in the way to relate to human beings with their environment, decision making, the resolution of problems and thanks to that has generated increasing progress able to give solution to the different needs that are presented to it, however and watching the current problems that society is facing, every time there are more professionals who are investigating the

possibility of creating a system that is autonomous in its decisions, which is able to solve in the best way the problems submitted to it with which it comes to the following question:

will it be possible to create Systems capable of generating knowledge by themselves?

How to take decisions?

Do you have the ability to have their own criteria?

What are smart?

From the study of the theory of games has deepened in the analysis of the competitive games between two persons, that is to say, the logic that is used whenever you interact with another human being when, for example, in the famous game Tic Tac Toe (triqui) are played staggered two players; they are looking for the best possible sequences of the game and find the best way to play.

Key words: theory of games, artificial intelligence, systems, Tic Tac Toe, strategies.

INTRODUCCION

El ser humano ha pensado desarrollar sistemas inteligentes capaces de tener criterio propio o aunque sea aspectos del razonamiento del ser humano, con lo cual aparece la llamada Inteligencia Artificial que no es otra cosa sino la capacidad de una máquina o software de crear conocimiento partiendo de la experiencia, de la toma de decisiones, de la capacidad de “razonar”. Pero para llegar a tal punto se debe comprender primero el funcionamiento del cerebro humano, se debe entender de tal manera que se puedan construir mecanismos en base a sus funciones, es decir, se deben responder primero a muchas preguntas: por ejemplo, ¿cómo pensamos? ¿Qué hace al cerebro tomar decisiones? ¿Cómo son las formas de aprendizaje y cómo se toma del mundo la información para ser procesada? ¿La conciencia es física o cómo se compone? Y lo más importante ¿Se podrá desarrollar una máquina inteligente en el futuro?

Pero, ¿qué busca la inteligencia artificial? Básicamente busca mejorar la inteligencia humana en todos sus aspectos, aumentar la capacidad intelectual, ayudar en la construcción de robots y máquinas inteligentes, con capacidad de conciencia, de pronto.

Objetivo

Viendo que la inteligencia artificial es la capacidad del ser humano de otorgar a una máquina o sistema la virtud de “pensar” y la teoría de juegos trae consigo un escenario relacionado con los juegos competitivos (llamado así porque las dos partes que están inmersas en el juego no establecen contacto alguno previo a la realización del juego, eliminando la posibilidad de algún tipo de acuerdo o negociación) se pretende realizar un software capaz de responder a jugadas de una persona del común mediante una interfaz sencilla; el juego debe incluir un menú para registrar al jugador, un tablero de juego, configuraciones básicas (tales como sonido, selección de fichas), debe contar con un registro de las partidas y de 2 diferentes modos de juego humano-humano y humano-máquina.

El juego Tic Tac Toe (triqui)

El comúnmente juego de mesa llamado triqui es una matriz de 3x3 donde 2 jugadores buscan colocar sus fichas de forma secuencial ya se por filas, por columnas o en las diagonales (donde existen 8 formas de ganar). Inventado por un estudiante de la Universidad de Cambridge en 1952, llamado A.S.Douglas en ese entonces se llamaba OXO y es una forma de ilustrar su tesis

en el Doctorado (PhD) sobre la interacción entre el ser humano y un ordenador; el OXO debía correr en un ordenador, allí se encontraba EDSAC (Electronic Delay Storage Automatic Calculator), la primera computadora operacional que podía almacenar programas electrónicos de computadora.

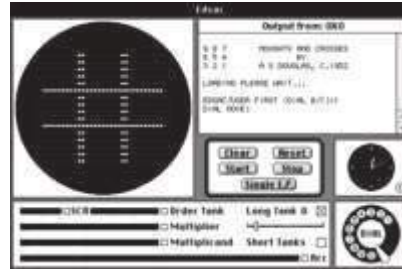


Figura 1. Interfaz del OXO vista en el EDSAC.

http://1.bp.blogspot.com/_7xifJZMEyaY/R2EjkUA4_RI/AAAAA AAAABE/g-Ur5eOISyY/s320/OXO_emulated_screenshot.png

Un juego que según Mahoney (2005) es el fiel ejemplo de la teoría de juegos cuando no existen los criterios de incertidumbre y alta complejidad.

Otros autores como Marchi y Fischer (2006) han ahondado en el estudio del triqui y plantean, basados en el criterio de los juegos de suma cero, la búsqueda del equilibrio del juego entre dos jugadores, puesto que la mejor estrategia para el jugador que comienza es jugar en el centro, dado que como se va a mostrar mucho más adelante, esta opción desarrollada de forma racional, desemboca en un juego sin ganador. A su vez Franjen (2004), aborda el juego aplicándole la estructura de los juegos que aprenden.

Lógica del triqui (Algoritmo minimax)

El algoritmo minimax se puede ver como una especialización de backtracking para juegos por turnos de dos jugadores. Ninguna de estas palabras sobra, Minimax está pensado para juegos por turnos de dos jugadores, y nada más. Minimax sirve para que la IA elija el siguiente movimiento a realizar suponiendo que el otro jugador siempre escogerá el movimiento que más perjudique a la IA.

Consiste simplemente en recorrer todo el árbol de soluciones a partir de un estado dado, es decir, según las casillas que han sido rellenadas. Por lo tanto, minimax se ejecutará cada vez que le toque mover a la IA.

A continuación se explican los pasos típicos del algoritmo minimax:

1. Se genera el árbol de soluciones completo a partir de un nodo dado.

Búsqueda exhaustiva

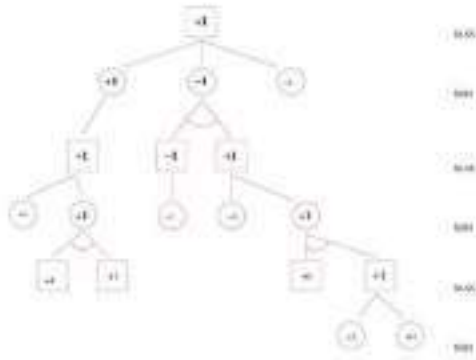


Figura 2. Diseño del árbol de soluciones minimax.

- Para cada nodo hoja, es decir, un nodo sin hijos que es un estado terminal del juego le asignamos un valor numérico que describe si le interesa a la IA alcanzar o no ese nodo hoja.

tic-tac-toe: jugada #1

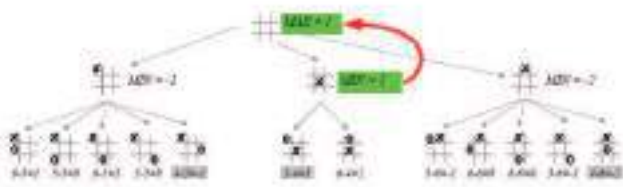


Figura 3. Lógica de la primera jugada por parte de la IA

- Y lo que hará el algoritmo minimax cuando vaya regresando hacia atrás como hacía backtracking, será comunicarle a la llamada recursiva superior cuál es el mejor nodo hoja alcanzado hasta el momento. Cada llamada recursiva tiene que saber a quién le toca jugar, para analizar si el movimiento realizado pertenece a la IA o al otro jugador, ya que cuando sea el turno de la IA nos interesa MAXIMIZAR el resultado, y cuando sea el turno del rival MINIMIZAR su resultado. La forma más fácil de implementar el algoritmo es crear dos funciones, MIN y MAX que se irán llamadas recursivamente la una a la otra para simular el juego por turnos. La del MIN típicamente simulará el movimiento del otro jugador, y la de MAX simulará el movimiento de la IA.

METODOLOGÍA Y PROCESO DE DESARROLLO

La metodología de desarrollo de software elegida para la elaboración del programa es SCRUM puesto que su aplicación se hace en fases relativamente cortas dependiendo de los requisitos y del grupo de trabajo con el que se cuenta.



Figura 4. Ciclo de la metodología SCRUM aplicada al proyecto.

<http://etherpad.proyectolatin.org/up/aaca7098b048d17f4bbe2a2bb599abeb.png>

El proyecto se ejecuta en bloques temporales cortos y fijos (2 semanas por iteración), generando en cada una de ellas un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite.

El proceso parte de los objetivos o los requisitos priorizados del producto, estos van a ser encargados de generar el plan de proyecto donde se realiza el respectivo cronograma de iteraciones y entregas; las diferentes actividades que se llevan a cabo en SCRUM son las siguientes:

1. Planificación de la iteración: Donde se toman los requisitos y se elaboran las listas de tareas
2. Ejecución de la iteración: Se realizan una reunión de sincronización
3. Inspección y adaptación: Al final de cada iteración se presentan los resultados y se analiza el rendimiento del equipo

En el desarrollo del software (Tic Tac Toe) se tuvieron en cuenta dichos pasos logrando así la correcta entrega del producto, es decir, el juego funcional y que cumpla con los requisitos establecidos por el cliente.

RESULTADOS

El juego fue desarrollado en java en la plataforma Netbeans IDE 8.0.2 aplicando los conceptos antes vistos y dando como producto final un software confiable capaz de cumplir con los requisitos establecidos.

Además del producto se tuvieron en cuenta otros resultados como los conocimientos adquiridos, la experiencia del trabajo en grupo el uso adecuado de una metodología de desarrollo previamente establecida y escogida por el líder de proyecto.

El juego ha participado en 2 ponencias de proyectos ocupando las primeras posiciones; fue presentado en la gala de proyectos realizada en la Universidad de Cundinamarca seccional Ubaté denominada Technology Day con un total de 18 proyectos ocupando el segundo puesto y también fue presentado en la Unisangil en su 3ra gala de proyectos ocupando el tercer puesto.

Ahora se muestran las interfaces del juego:

CONCLUSIONES

- La inteligencia artificial va a permitir desarrollar sistemas más eficaces y eficientes que sean capaces de tomar decisiones precisas respecto a diversas situaciones que se planteen o se estén gestando, sin embargo no se puede llegar a construirla sin conocer a nosotros mismos, sin saber cómo se generan los pensamientos y las ideas, como se actúa frente a los problemas y cómo se solucionan.



El juego ha sido probado por diferentes personas las cuales con sus aportes han ayudado a mejorarlo dando así la experiencia de una mejor jugabilidad y obtener mejores resultados.



- La investigación de operaciones a través de la teoría de juegos ayuda a analizar de manera sencilla el comportamiento de dos personas frente a un problema ya sea sencillo o complejo, permite entender por medio de la lógica la mejor forma de solucionar un algoritmo.
- Las diferentes metodologías de desarrollo de software son indispensables para el óptimo proceso de elaboración de un producto además de proveer herramientas nos da una guía estable de cómo hacer las cosas, sin embargo se debe de elegir de acuerdo a lo que

se planea hacer y sobre todo al tiempo y a lo que se desea conseguir.

- El proceso que se tuvo en cuenta para el desarrollo de este juego da varias pautas para dar inicio o futuros proyectos y así adquirir mayor conocimiento sobre el desarrollo de la lógica y del pensamiento humano para entender más afondo lo que en realidad significa la inteligencia artificial.

“SI LO PUEDES IMAGINAR, LO PUEDES PROGRAMAR”. (Anónimo)

REFERENCIAS

- [1] HILLIER, Frederick & LIEBERMAN, Gerald (2002). Investigación de Operaciones. Séptima edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, México D. F.
- [2] AARSETH, Espen (2005). Game Studies: What is it Good For?. The International Digital Media & Arts Association Journal. Vol. 2 No. 1, pp 3. Documento en Internet en <http://www.computerspacefan.com/History.htm>
- [3] MARCHI, Ezio y FISCHER, Geraldo W. (2006). Tic tac toe in Four Dimensions, with a FORTRAN Program on a PC. Documento en: <http://cabierta.uchile.cl/revista/21/articulos/pdf/paper4.doc>
- [4] FRANJEN, Cornelis J. (2004) PSO-Based coevolutionary game learning. University of Pretoria.
- [5] WU, Thomas, Introducción a la Programación Orientada a objetos con Java, Editorial McGraw Hill, 2001.
- [6] Naughton, Patrick, Childt, Herbert, Java Manual de Referencia, Editorial McGraw Hill, 1997.
- [7] Wang, Paul, Java con Programación orientada a Objetos y aplicaciones en la www, International Thomson Editores S.A., 2000.
- [8] Lemay, Laura, Cadenhead, Rogers, Aprendiendo Java 2 en 21 días, Editorial Prentice Hall, 1999. –
- [9] Deitel, H.M., Como Programar en Java, Editorial Prentice Hall, 1998. - Bobadilla Jesús, Comunicaciones y Bases de Datos con Java, Editorial Alfaomega, 2003.
- [10] Deitel, H.M., Como Programar en Java, Editorial Prentice Hall, 1998



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=NPRHq5rk3sM>

Nanosensores: una revisión general de su uso en el medio ambiente

Diego Gustavo Moreno Ortiz

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Cra 48 B # 68 F-42 Sur,

Bogotá, Colombia

(57)3223619633

dgmoreno@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

Este artículo tiene el propósito de dar a conocer de forma general el tipo de nanosensores utilizados para determinar las condiciones de contaminación del medio ambiente así como la forma en que estos sensores pueden detectar química y mecánicamente dichos elementos, en primera instancia haciendo un análisis de las prestaciones de las nanopartículas en el medio ambiente y clasificación de nanosensores, luego como segunda parte los usos de los nanosensores en el medio ambiente y algunas aplicaciones en detalle.

Palabras clave

Nanoelectrónica, nanosensorica, contaminación, aplicaciones medioambientales, nanofabricación, impacto Ambiental.

ABSTRACT

This article is intended to make known generally the type of nanosensors used to determine the conditions of environmental pollution as well as the way these sensors can detect chemically and mechanically these elements, first instance an analysis of the

performance of the nanoparticles in the environment and classification nanosensores, as second part the uses nanosensores in the environment and then some applications in detail.

Keywords

Nanoelectronics, nanosensors, Pollution, Environmental applications, nanofabrication, Environmental Impact Assessment.

1. INTRODUCTION

La contaminación es una problemática mundial de gran importancia debido a que se origina como consecuencia del crecimiento y desarrollo incontrolado de centros de población así como la acumulación y no tratamiento de desechos en las industrias, además de otros problemas que alteran los sistemas y ciclos naturales causando fenómenos como el efecto invernadero, lluvias ácidas y otros, lo que conlleva a que se esté realizando muchos estudios debido a las consecuencias que se tienen sobre el medio ambiente y las repercusiones de estas problemáticas sobre la salud humana.

Actualmente se habla de implementar nanotecnologías para vigilancia y mitigación de elementos contaminantes al mismo tiempo que se muestran los posibles efectos nocivos al querer utilizar nanopartículas en el medio ambiente, no obstante se está trabajando en el campo de la nanotecnología ambiental para hacer un seguimiento de la contaminación, prevenir posibles consecuencias y limpiar contaminantes que estén afectando los recursos naturales especialmente el agua, una de las herramientas que se está utilizando en esta área son los nanosensores los cuales son un gran avance debido a que con su tamaño, las propiedades físicas y químicas adquiridas de los nanomateriales con los que se fabrican se mejora la capacidad de medición así como otras características, dichas propiedades dependen de la forma, tamaño, superficie y estructura interna de la nanopartícula a usar, en consecuencia gracias a estas propiedades se provee un mayor desempeño y sensibilidad a los sensores lo cual amplía la

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

capacidad de detección de contaminantes, dichos factores han hecho que haya un creciente interés en el desarrollo de nuevos dispositivos que permitan ampliar la gama de aplicaciones posibles tal como la creación de nanosensores de gases tóxicos, nanosensores de pH y otras variables ambientales, dichas cuestiones son tratadas en este artículo de revisión basándose en información obtenida en bases de datos de la IEEE y ScienceDirect [1][2][3][4].

2. Sensores y nanosensores en mediciones ambientales

En las mediciones ambientales las variables de interés para monitoreo tienen procedencia de factores químicos y físicos, muchas de las variables físicas son medidas normalmente utilizando estaciones meteorológicas donde se revisa la presión, temperatura, humedad relativa, precipitaciones, radiación solar, análisis de contaminantes del agua por medio de concentraciones químicas y pH entre otras medidas, sin embargo los sensores están sometidos a condiciones como altas temperaturas, factores externos como movimiento provocado por animales, alteraciones químicas y demás factores que pueden cambiar la calibración de los sensores hasta su mal funcionamiento, con lo cual se requiere de sensores versátiles para medición de parámetros ambientales bajo diferentes condiciones, es así que se reconoce los nanomateriales como solución a algunos de estos problemas como lo sugieren en el informe de la Fundación Nacional de Ciencias en el 2005 en el cual se establece el uso de nanomateriales como una fuente nueva y mejorada para la creación de dispositivos y sensores ambientales [5] [6].

Los nanomateriales y dispositivos de nanofabricación posibilitan el mejoramiento del diseño en los sensores actuales así como la creación de nuevos tipos de sensores, en base a estos surgen nuevas necesidades como la reducción del consumo de energía, la capacidad de respuesta ante fluctuaciones pequeñas y concentraciones bajas de la variable a medir en los sensores, esto hace que los nanosensores sean una buena opción, por ejemplo el uso de nanopartículas en reactivos desechables como papel tornasol puede llegar a detectar ciertas sustancias rápidamente y con ello realizar las acciones pertinentes ante la sustancia encontrada, esto se conoce como alta reactividad química y es una de las propiedades que más poseen los nanosensores en aplicaciones de detección de químicos y gases peligrosos, esto debido a que el área superficial es mayor que en los sensores normales aumentando la velocidad de detección y respuesta [7].

3. Clasificación de nanosensores

Los nanosensores se pueden organizar por aplicación, variable de medición, fabricación, nanopartícula usada, sin embargo se suele agrupar en nanosensores físicos, químicos y biológicos (biosensores).

1. Nanosensores físicos

Incluyen mediciones mecánicas que se basan en interacción de tacto con el medio, un ejemplo de este tipo es el microscopio de efecto túnel que funciona como nanosensor de desplazamiento donde por medio de una sonda se mide la interacción entre la punta de esta y la superficie de un material en resoluciones de 0.01 nm de profundidad, otro tipo de nanosensor mecánico utilizado está basado en los nanotubos de carbono donde se utiliza las propiedades eléctricas y mecánicas del material para la construcción de un medidor de flujo, este dispositivo funciona con la relación de corriente y voltaje en un grupo de nanotubos de pared simple donde al entrar en contacto con el flujo de un líquido se genera una respuesta exponencial de corriente [8] [9].

Una de las interacciones aparte del tacto o generación de fuerza en una superficie, es el cambio térmico ya que este afecta físicamente los materiales un ejemplo de este tipo son las RTD donde al variar la temperatura se genera una variación de resistencia. Ya hablando en la escala nanométrica existen también nanosensores que permiten que al detectar pequeñas variaciones de temperatura se produzcan cambios mecánicos en el material como las deflexiones, este es el caso de los nanotubos de carbón con microcantilevers los cuales usan dos materiales con diferentes comportamientos en temperatura que al unirse forman un dispositivo que mide la variación de calor por medio de la deformación [10] [11] [12].

2. Nanosensores Químicos

Este tipo de sensores están enfocados en la medición de elementos químicos ya sean orgánicos o inorgánicos, es así que gran proporción de los nanosensores en esta categoría se utilizan para determinar la concentración de gases tóxicos, nitrógeno, fósforo, hidrógeno y en general parámetros medio ambientales en los medios líquidos, sólidos y gaseosos, un ejemplo de estos es la utilización de nanotubos de carbono donde por medio de conductancia se obtiene variaciones ante gases como el CO₂ y el NH₃, otro ejemplo es el uso de nanopartículas de paladio como sensores de hidrógeno ya que estos reaccionan ante la concentración del gas originando un cambio en su estructura [13] [14] [15].

3. Nanosensores Biológicos o Biosensores

Actualmente este tipo de sensores está en auge y se diseñan con el fin de proporcionar información sobre la función, la estructura, composición además de interacción con moléculas y sustancias biológicas, un buen indicio de esto es el uso de quantum dots los cuales son un compuesto semiconductor de tamaño entre 2nm y 8 nm que al absorber fotones produce una longitud de onda determinada esto permite que sean utilizados como marcadores al ingresar en el cuerpo y con ello visualizar fluidos, este contraste produce una mejor resolución en imágenes médicas permitiendo la diferenciación de estructuras del cuerpo y por ende llegar a distinguir tumores de poco tamaño [16] [17].

4. Nanotecnología en el medioambiente

Muchos de los sensores ambientales realizan mediciones de parámetros físicos como la presión atmosférica radiación solar,

temperatura, los cuales no requieren un contacto directo con el dispositivo de medición, sin embargo gran parte del interés en mediciones ambientales es el determinar las concentraciones de contaminación en diferentes medios por lo cual se requiere detección química de compuestos y partículas, las cuales se encuentran en escala nanométrica e interactúan directamente con la superficie del sensor, sin embargo los sensores de tamaño normal posee una sensibilidad y rangos concretos que de alguna u otra forma permite saber que hay contaminantes pero no de forma específica, de este modo surge la necesidad de poder medir en escalas nanométricas y en ello se utiliza la nanotecnología como la base para la construcción de sensores que permitan aumentar la velocidad de detección, la respuesta ante estímulos y disminuir el consumo de energía todo esto con el fin de poder mitigar agentes químicos o biológicos peligrosos antes de estar en concentraciones donde se ponga en riesgo no solo los recursos naturales sino la vida en el planeta.

5. Sensores Ambientales con nanopartículas

Los sensores normales interactúan con el medio donde se requiere hacer la detección u obtener información, sin embargo en el caso de los nanosensores no se puede realizar detecciones químicas de forma directa ya que puede haber dispersión de partículas, en estos casos se realiza la medición utilizando una muestra del entorno, por lo tanto un nanosensor autónomo en su medición es un aspecto complejo, un ejemplo de lo anterior es el uso de ensayos colorimétricos donde las nanopartículas cambian de color según la muestra, ese es el caso de las nanopartículas de oro que se han adaptado para análisis de ADN donde hay cambios de color según la cadena de ADN presente, estas formas de detección se podrían utilizar para detectar no solo contaminantes sino organismos [16] [18] [19].

Algunas aplicaciones interesantes se pueden apreciar en el uso de los nanotubos y nanocables como sensores de conductividad eléctrica que varía en presencia de absorbentes, esto debido a distorsiones en los electrones de los átomos sobre la sección transversal del material por lo que se utilizan para detección biológica, las distorsiones se producen porque toda biomolécula posee carga positiva o negativa, ejemplos de esto está en el uso de nanocables para detección de hidrogeno donde se modifica la conductividad en presencia de este gas, este funcionamiento conductor produce una señal eléctrica en presencia de sustancias químicas es así que hay gran interés en utilizar nanocables y conectarlos a un circuito eléctrico donde se pueda filtrar la señal, analizarla, y guardarla además de tener un tiempo de respuesta corto y alta sensibilidad, los anteriores son motivaciones que generan la investigación y desarrollo de nuevas formas de nanosensores así como la transmisión de señales al mundo macroscópico, las desventajas de este tipo de sensores es que los nanocables tiene que ser renovados después de exponerse a una muestra ambiental, esta renovación se realiza calentando los nanocables para eliminar los materiales absorbidos por lo cual se puede afectar el material [20] [21] [22].

Alternativamente se puede construir un sensor resistivo a partir de nanocables mezclados con otros materiales como polímeros, esta mezcla se puede depositar sobre electrodos para aumentar el área activa del sensor. Hablando ya de sensores para mediciones físicas

en la escala nanométrica se investiga la nanomecanización esto con el fin de construir membranas que cambien de forma o frecuencia, por ejemplo el grafeno se utiliza para hacer membranas con nanómetros de espesor donde se puede aplicar esfuerzos, compresión, movimientos mecánicos que son detectables por medidores de deformación de tipo piezoeléctricos, o por la desviación de una señal óptica que refleja el movimiento, algunos de estos sensores se utilizan en la vigilancia del medio ambiente, las aplicaciones más empleadas son el usos de nanopalanca para detectar vapores químicos y detección de biomoléculas, estas oscilan al detectar cantidades de productos químicos en el orden de los attogramos (10^{-18} g) [23].

Una de las aplicaciones más encontradas en la literatura y de mayor investigación es la creación de nanosensores para detectar gases tóxicos en uno de estos estudios los investigadores C. Griessler, E. Brunet, T. Maier, C. et. al presentan un nanosensor basado en películas de SnO₂ el cual es muy sensible a gases tóxicos como el SO₂ y el H₂S, dicha nanopartícula se fabrica mediante un proceso de pirolisis por pulverización de sustratos de Silicio con espesores de 50nm, este se utiliza como un sensor resistivo el cual reduce su resistividad en presencia de gases tóxicos, en caso de gases como el SO₂ disminuye su resistencia en un 40% con 50 ppm de dicho gas, mientras que con una concentración de 2.5 ppm de H₂S la resistencia disminuye en un 85%, la nanopartícula resistiva fue usada en un circuito de micro placas para realizar pruebas logrando obtener los anteriores resultados y adicionalmente manteniendo su operación bajo una temperatura de 400°C con un consumo energético de 5mW, esta aplicación pone en evidencia el poder de la integración de sistemas de chip con nanosensores con la mira en llegar a sistemas con nanosensores inteligentes [1].

6. CONCLUSIONES

Los nanosensores constituyen un gran avance gracias a sus propiedades de rendimiento y detección, estos cada vez más influyen en diferentes áreas como lo son el medio Ambiente en este caso, es así que en este ámbito los sensores químicos y biológicos son necesarios para la investigación de parámetros ambientales donde el solo hecho de poder detectar moléculas contaminantes en concentraciones bajas sin utilizar amplificación de la señal es un gran avance, caso particular de las nanopartículas de oro para ensayos colorimétricos que usadas en laboratorios puede ofrecer buenos resultados en investigación ambiental, estas cualidades de los nanosensores dependen de la alta reactividad, superficie específica y otras propiedades que solo son posibles en tamaños nanométricos como el ajuste de longitud de onda en los puntos cuánticos de semiconductores, es una realidad que estos dispositivos mejoraran la calidad de vida y esto se ve con aplicaciones de detección de gases tóxicos que son las aplicaciones más usadas de los nanosensores en el medio ambiente, por otro lado el tema de los riesgos en el usos de nanomateriales sus efectos en el cuerpo humano y medio ambiente es un área de investigación que está en crecimiento pues como se ve las prestaciones son muy buenas pero hay que tener en cuenta la seguridad y el bienestar, se espera que al tener estudios de la toxicidad en las partículas se puede tener una mejor percepción de los sensores a base de nanomateriales pues la idea no es dejar este campo sin mayor expansión e investigación.

7. REFERENCIAS

- [1] C. Griessler, E. Brunet, T. Maier, S. Steinhauer, A. Köck, T. Jordi, F. Schrank, and M. Schrems, "Tin oxide nanosensors for highly sensitive toxic gas detection and their 3D system integration," *Microelectron. Eng.*, vol. 88, no. 8, pp. 1779–1781, 2011.
- [2] P. Li, C. M. Martin, K. K. Yeung, and W. Xue, "Dielectrophoresis Aligned Single-Walled Carbon Nanotubes as pH Sensors," *Biosensors*, pp. 23–35, 2011.
- [3] C. Boero, S. Carrara, G. Del Vecchio, L. Calzà, and G. De Micheli, "Highly Sensitive Carbon Nanotube-Based Sensing for Lactate and Glucose Monitoring in Cell Culture," *IEEE Trans. Nanobioscience*, vol. 10, no. 1, pp. 59–67, 2011.
- [4] R. A. Barton, B. Ilic, S. S. Verbridge, B. R. Cipriany, J. M. Parpia, and H. G. Craighead, "Fabrication of a Nanomechanical Mass Sensor Containing a Nanofluidic Channel," *NANO Lett.*, pp. 2058–2063, 2010.
- [5] G. M. Holdridge, S. Gould, P. Lagasse, and R. Morrison, "Sensors for Environmental Observatories," 2004.
- [6] E. L. Wolf, "Nanophysics and Nanotechnology Applied to Sensors, Part 1," *IEEE Instrum. Meas. Mag.*, no. June, 2010.
- [7] N. P. Johnson, B. Lahiri, G. Sharp, G. A. Rahman, P. Velha, A. Khokhar, R. M. D. La Rue, and S. Mcmeekin, "Photonic Sensors at the Nanoscale," *Ict. 2012*, no. c, pp. 5–8, 2012.
- [8] C. Li, E. T. Thostenson, and T. Chou, "Sensors and actuators based on carbon nanotubes and their composites: A review," in *Composites Science and Technology*, 2008, vol. 68, pp. 1227–1249.
- [9] N. Lee, D. Qian, H. Shin, and Y. Kwon, "Study on tunneling current through barrier height using scanning tunneling microscopy," *IEEE*, pp. 570–571, 2006.
- [10] L. M. Lechuga, L. G. Carrascosa, and M. Moreno, "Nanomechanical biosensors : a new sensing tool," *Trends Anal. Chem.*, vol. 25, no. 3, pp. 196–206, 2006.
- [11] N. J. Blasdel, E. K. Wujcik, J. E. Carletta, S. Member, K. Lee, and C. N. Monty, "Fabric Nanocomposite Resistance Temperature Detector," *IEEE Sens. J.*, vol. 15, no. 1, pp. 300–306, 2015.
- [12] H. Al-mumen, F. Rao, L. Dong, and W. Li, "Design , Fabrication , and Characterization of Graphene Thermistor," *IEEE*, vol. 1, pp. 1135–1138, 2013.
- [13] Z. Lin, S. Young, and S. Chang, "CO2 Gas Sensors Based on Carbon Nanotube Thin Films Using a Simple Transfer Method on Flexible Substrate," *IEEE Sens. J.*, vol. 15, no. 12, pp. 7017–7020, 2015.
- [14] Y. Chen, H. Y. Huang, P. C. Xu, D. Zheng, and X. X. Li, "Size effect of ZnO -nanowires on reversible sulfuration-desulfuration reaction for ultra-sensitive detection of ppb -level H2S gas," *IEEE*, pp. 965–968, 2015.
- [15] Macnaughton , Sonkusale, "Gas Analysis System on Chip With Integrated Diverse Nanomaterial Sensor Array," *IEEE Sens. J.*, vol. 15, no. 6, pp. 3500–3506, 2015.
- [16] C. Cao, S. Hong, J. Choi, Y. Kim, and S. Baik, "Nanotube Molecular Probes : DNA Hybridization using Single Walled Carbon Nanotubes as Biowarkers," *IEEE Sens. J.*, pp. 1272–1275, 2006.
- [17] V. Koleshko, N. Khmurovich, Y. Varabei, and E. Polynkova, "Biosensor Intelligent System of Rapid Diagnosis," *IEEE*, pp. 22–24, 2009.
- [18] P. Ong and I. A. Levitsky, "Fluorescent Gas Sensors Based on Nanoporous Optical Resonators (Microcavities) Infiltrated With Sensory Emissive Polymers," *IEEE Sens. J.*, vol. 11, no. 11, pp. 2947–2951, 2011.
- [19] C. Lertvachirapaiboon, A. Baba, S. Ekgasit, C. Thammacharoen, and K. Shinbo, "Gold nanoparticles synthesis used for sensor applications," in *ISEIM2011*, 2011, pp. 395–397.
- [20] F. Favier, E. C, and R. M. Penner, "Hydrogen Sensors from Electrodeposited Palladium Mesowires," *IEEE*, p. 1, 2002.
- [21] S. Dhall, N. Jaggi, and R. Nathawat, "Functionalized multiwalled carbon nanotubes based hydrogen gas sensor," *Sensors & Actuators*, vol. 201, pp. 321–327, 2013.
- [22] Y. Li, S. Member, and Z. Çelik-butler, "A Piezoelectric Micro-Energy Harvester for Nanosensors," *IEEE*, pp. 5–8, 2015.

- [23] B. Ilic, H. G. Craighead, S. Krylov, W. Senaratne, C. Ober, and P. Neuzil, “Attogram detection using nanoelectromechanical



PRONÓSTICOS DE TRÁFICO IP EMPLEANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

OCTAVIO SALCEDO

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
octaviopapers@gmail.com

BRAYAN REYES

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
bsreyesd@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

El presente artículo describe la implementación de un sistema de predicción de fallos en redes LAN (fallos de timeout y rechazo en las conexiones), utilizando redes neuronales artificiales Perceptrón Multicapa. Se describe como se implementó el sistema, las pruebas realizadas para la selección de los parámetros propios de la red neuronal, como del algoritmo de entrenamiento y los resultados de evaluación obtenidos.

PALABRAS CLAVE.

Predicción de fallos, MIB, red neuronal artificial, perceptrón multicapa, backpropagation.

I. INTRODUCCIÓN

La idea principal en la predicción de fallos es predecir fallas catastróficas en la red, de manera que se pueda garantizar fiabilidad y calidad de servicio (QoS) en tiempo real para mantener la disponibilidad y fiabilidad de la red e iniciar apropiadas acciones de restauración de la “normalidad”. Es por esto que surge la necesidad de implementar sistemas que por medio de análisis del tráfico de la red puedan predecir los

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

fallos en servidores de archivos que se pudiesen presentar tales como time-out y rechazo de conexiones, existen diferentes técnicas de predicción que serán mencionadas en la siguiente sección, pero la utilizada en el sistema desarrollado está basada en redes neuronales artificiales, a las cuáles se les debe determinar de forma experimental y no teórica la arquitectura y los algoritmos de aprendizaje con los que se entrenará la red neuronal. A continuación se dará una breve introducción a las herramientas de predicción, posteriormente se mostrara el sistema de predicción de fallos de time-out y de rechazo de conexiones implementado, sus partes y las diferentes pruebas realizadas para encontrar los parámetros del sistema que brinden un mejor desempeño.

$$H(Z) = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^p a_k Z^{-k}} \quad (1)$$

II. MARCO CONCEPTUAL

A. Herramientas Empleadas en la Predicción de Fallos

Existen diferentes tipos de herramientas empleadas en la predicción tales como:

1) Redes Neuronales Artificiales

Según Simón Haykin [13] “Una red neuronal es un procesador masivamente paralelo distribuido que es propenso por naturaleza a almacenar conocimiento experimental y hacerlo disponible para su uso.

Este mecanismo se parece al cerebro en dos aspectos:

–El conocimiento es adquirido por la red a través de un proceso

que se denomina aprendizaje.

– El conocimiento se almacena mediante la modificación de la fuerza o peso sináptico de las distintas uniones entre neuronas”.

Las neuronas artificiales se conocen también como unidades de proceso, y su funcionamiento es simple, pues consiste en recibir en las entradas las salidas de las neuronas vecinas y calcular un valor de salida, el cual es enviado a todas las células restantes. Existen tres tipos de células o unidades [1]:

– Neuronas de entrada: reciben señales desde el entorno; estas entradas (que son a la vez entradas a la red) provienen generalmente de una serie de tiempo con datos anteriores al que se pretende predecir, resultado generalmente de preprocesamientos tales como normalizaciones, derivadas, umbralizaciones entre otros.

– Neuronas de salida: Las unidades de salida envían una señal fuera de la red; en la aplicación de predicción la salida correspondería al valor futuro o estimado.

– Neuronas ocultas: Son aquellas cuyas entradas y salidas se encuentran dentro del sistema; es decir, no tienen contacto con el exterior. Las redes neuronales pueden aprender de experiencias que son provistas como entrada- salida de la red sin necesidad de expresar la relación exacta entre la(s) entrada(s) y la salida, éstas pueden generalizar la experiencia aprendida y obtener la salida correcta cuando nuevas situaciones son encontradas [4].

2) Modelos autorregresivos (AR)

Son modelos comúnmente usados para describir señales de series de tiempo estocásticas no estacionarias, y su característica principal es que van más allá de medidas estadísticas como la media y la varianza [5] [2], un modelo autorregresivo como lo menciona Proakis, es un proceso de solo polos cuya función de transferencia en Z se muestra en la ecuación 1 el cual es denominado proceso autorregresivo de orden p [3].

3) Autómatas de Aprendizaje

De acuerdo a Kyriakakos *et al.* [14] los autómatas de aprendizaje (LA por sus siglas en inglés), son sistemas adaptativos de estados finitos que interactúan continuamente con un ambiente general. A través de la respuesta de un proceso probabilístico de ensayo y error, los LA aprenden a escoger o a adaptarse a un comportamiento que genera la mejor respuesta. Como primer paso de un proceso de aprendizaje una entrada es provista al autómata del medio en que se encuentra, esta entrada acciona uno de los posibles candidatos (estados) del autómata, el medio recibe y evalúa la respuesta, luego provee retroalimentación al autómata la cual altera la respuesta al estímulo del autómata [6]. Los autómatas de aprendizaje son generalmente considerados sistemas robustos pero no aprendices eficientes, son fáciles de implementar y cuyo funcionamiento generalmente se basa en un matriz de estados de transición, que contiene las probabilidades de transición de un salto, estando en el estado i al estado $j(P_{ij})$ [6].

4) Circulant Markov Modulated Poisson Process (CMMP)

Esta herramienta captura no sólo las estadísticas de segundo

orden como lo hacen los procesos autorregresivos de media móvil (ARMA) sino que también las estadísticas de primer orden cuya distribución puede ser diferente a la Gaussiana, la técnica para construir dicho proceso se explica en detalle en [7]. Y Sang en su artículo [8] describe la manera de cómo emplear dicha herramienta en la predicción de tráfico comparando dicha investigación con los resultados obtenidos con un modelo ARMA.

Estos sistemas de predicción, muestran que ellos son comúnmente correlacionados [9] y el análisis de datos en redes de sistemas de gran escala, revela patrones de tiempo del día y día de la semana. Este tipo de correlación es comúnmente utilizado en proyectos de predicción como los desarrollados por Liang *et al.* [10], en el que analizaron los logs del supercomputador IBM BlueGene/L, con los que desarrollaron el sistema de predicción utilizando correlaciones temporales con los eventos de fallas presentados en las series de tiempo. Sahoo *et al.* [11], estudió las ocurrencias de eventos críticos en un cluster, realizando dos sistemas de predicción de fallos uno para cada uno, sin considerar que ellos se encontraban interrelacionados [9]. Wu *et al.* [12], detectó fallas de nodo amplio en entre un ambiente de cluster, en donde la correlación temporal de los estados de los nodos fue usada para definir si el funcionamiento era normal.

III. DESARROLLO METODOLÓGICO

En la figura 1 se muestra el sistema de predicción propuesto, el cual realizará predicciones de fallos de time-out y de conexiones rechazadas al servidor FTP tomando como entrada el conjunto de variables MIB (*Management Information Base*): *IpInReceives*, *IpInDelivers*, *IpOutRequests*, *tcpActiveOpens* y *tcpRetransSec*. Estas variables son tomadas utilizando un agente SNMP en el servidor FTP que se encuentra en la red mostrada en la figura 2 y son utilizadas en la etapa de preprocesamiento del sistema en donde se obtienen datos estadísticos de ellas (medias y desviaciones estándar) para posteriormente pasárselos a las neuronas de entrada de la red neuronal.

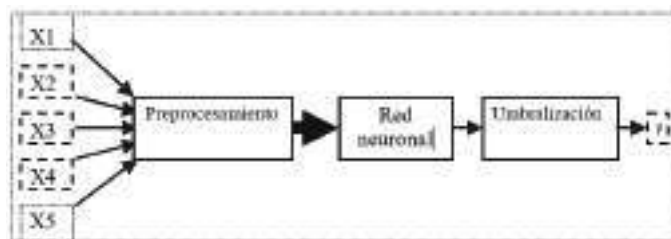


Figura 1 Sistema de predicción de fallos propuesto.

Para encontrar la configuración del sistema de predicción que presente el mejor desempeño en la predicción de fallos se realizaron pruebas de cada una de las siguientes variables del sistema.

- Número de épocas de entrenamiento,
- Variables de entrada a la red neuronal,
- Arquitectura de la red neuronal,
- Algoritmo de aprendizaje de la red neuronal,
- Parámetros del algoritmo de aprendizaje,

- Selección del nivel de umbralización.

A. Segmentación de los Datos de Entrada

Para encontrar los parámetros del sistema de predicción propuesto (ver figura 1), se contó con una base de datos que contenía muestras del tráfico entrante y saliente del servidor FTP, así como sus conexiones activas y cantidad de retransmisiones (variables MIB mencionadas anteriormente), la base de datos contiene información de un mes de pruebas en la red y para motivos de entrenamiento y validación de la eficiencia del sistema propuesto, se segmentó el total de la base de datos en tres partes: 60% para entrenamiento de la red neuronal, 20% para validación del entrenamiento y el otro 20% para pruebas del sistema. Éste último fue utilizado para determinar la eficiencia del sistema implementado, ya que este segmento de datos no fue utilizado en el entrenamiento de la red neuronal, siendo desconocido por el sistema.

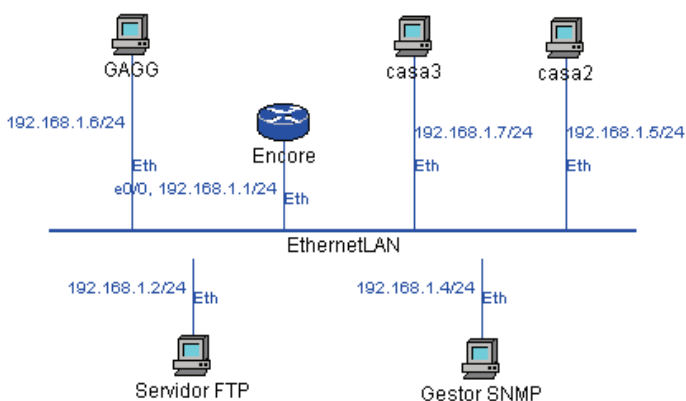


Figura 2. Red LAN de pruebas.

B. Selección del Número de Épocas de Entrenamiento de la Red Neuronal

La configuración de la red neuronal con la que se probó el número de épocas se encuentra en la tabla I, dicho parámetro fue variado desde un valor de 500 a 4500 en pasos de 500 épocas. Por cada época se realizaban 10 pruebas para verificar la repetitibilidad y consistencia de los resultados. Se seleccionó a 2000 épocas (ver tabla II) como el valor que mejor desempeño presentó. Como base para esta selección se tuvo en cuenta que la idea no es tener el menor error de entrenamiento sino que sea pequeño y que no requiera muchas épocas ya que esto afecta los tiempos de entrenamiento considerablemente.

C. Selección del Número de Entradas a la Red Neuronal

En esta etapa se realizaron pruebas con diferentes entradas a la red neuronal para determinar cuáles generaban un mejor desempeño en el sistema de predicción. Las entradas a la red neuronal probadas fueron: las variables MIB *IpInReceives*, *IpInDelivers*, *IpOutRequests*, *tcpActiveOpens*, *TcpRetransSec*; los valores medios, desviaciones estándar y valores anteriores de las variables *IpInReceives*, *IpInDelivers* e *IpOutRequests*. La conformación de las diversas entradas a la red neuronal, son generadas en la etapa de preprocesamiento (ver figura 1).

En la tabla III se encuentra la configuración de la red neuronal utilizada en las pruebas para las diferentes entradas. En el

proceso de verificación de resultados por ser una prueba muy importante en el sistema de predicción, se realizó la verificación visual de las salidas del sistema. La figura 2 muestra las salidas del sistema en la que la línea verde cuando toma el valor de uno, representa los puntos en los cuáles el sistema debe indicar que se va a presentar un fallo en el servidor, y las líneas azules son aquellas en las que el sistema predijo que se iba a presentar una fallo en el servidor FTP. En esta figura la imagen *DatosOriMediaDesv* correspondiente a la salida del sistema se obtuvo que las entradas dadas por: las variables MIB, los valores medios y las desviaciones estándar de los últimos veinte minutos de adquisición, fueron las que mejor comportamiento presentaron utilizando como criterio la cantidad de veces que el sistema predijo correctamente vs. la cantidad de predicciones erradas.

Los resultados de las pruebas de variables de entrada a la red neuronal se presentan en la Figura 2, en el Anexo.

Tabla i. Prueba de Selección del número de épocas de Entrenamiento.

No. Neuronas ocultas	8
Algoritmo de entrenamiento	BackPropagation (traingd)
Learning rate	0.05
No. neuronas de salida	1
No. neuronas de entrada	5
Tipo de red	Perceptrón Multicapa
No. épocas	500 – 4500
No. pruebas x época	10
Total pruebas	90

Tabla 2. Resultados de pruebas de número de épocas.

No Épocas	MseMin Prom	UltMse Prom
50	0,1143	0,114323222
100	0,112908222	0,112908222
150	0,112372556	0,112372556
200	0,111893556	0,111893556
250	0,110850333	0,110850333
300	0,110573111	0,110573111
350	0,110519444	0,110519444
400	0,110476333	0,110476333
450	0,110439889	0,110439889

D. Selección del Número de Neuronas Ocultas en la Red Neuronal

La configuración empleada en la selección del número de neuronas ocultas se muestra en la tabla IV donde se observa que los resultados obtenidos hasta el momento fueron incluidos en las pruebas. Se realizaron pruebas variando el número de neuronas ocultas de dos a quince, y cuyos resultados se resumen en la tabla V. En esta tabla de resultados se adicionaron parámetros que ayudan en la selección de las pruebas que presentó mejor comportamiento en la predicción de fallos, no sólo teniendo en cuenta la cantidad de predicciones acertadas (*nOk*) sino también las erradas (*nErradas*).

La configuración empleada en la selección del número de neuronas ocultas se muestra en la tabla IV donde se observa que los resultados obtenidos hasta el momento fueron incluidos en las pruebas. Se realizaron pruebas variando el número de neuronas ocultas de dos a quince, y cuyos resultados se resumen en la tabla V. En esta tabla de resultados se adicionaron parámetros que ayudan en la selección de las pruebas que presentó mejor comportamiento en la predicción de fallos, no sólo teniendo en cuenta la cantidad de predicciones acertadas (*nOk*) sino también las erradas (*nErradas*).

Tabla 3. Configuración de la red neuronal, pruebas de las entradas.

No. Neuronas ocultas	8
Algoritmo de entrenamiento	BackPropagation con momento (traingd)
Learning rate	0.05
Momento	0.04
No. neuronas de salida	1
No. neuronas de entrada	5 a 26
Tipo de red	Perceptrón Multicapa
No. épocas	2000
No. pruebas x conjunto de entradas	10
Total pruebas	50

Los resultados de las pruebas de selección de número de neuronas en la capa oculta se presentan en la Tabla V en el Anexo.

Se seleccionó la configuración de la red neuronal con 11 neuronas en la capa oculta, ya que el valor promedio de la relación entre el número de predicciones acertadas vs. el número de predicciones erradas es el cuarto más alto, pero la desviación estándar es la más baja de éstas, lo que representa una mayor homogeneidad de las predicciones, adicionalmente verificando la cantidad de predicciones acertadas vs. las erradas de la prueba en específico se ve que esta prueba tuvo el 61 % de predicciones acertadas esta configuración.

Tabla 4. Configuración de la red neuronal para pruebas de neuronas ocultas

No. Neuronas ocultas	2-15
Algoritmo de entrenamiento	BackPropagation con momento (traingdm)
Learning rate	0.05
Momento	0.04
No. neuronas de salida	1
No. neuronas de entrada	11
Tipo de red	Perceptrón Multicapa
No. épocas	2000
No. pruebas x neurona	10
Total pruebas	140

E. Selección del Algoritmo de Entrenamiento

Se realizaron pruebas con los siguientes algoritmos de

entrenamiento:

- **traingd**: Backpropagation de gradiente descendente;
- **traingdm**: Backpropagation de gradiente descendente y momento;
- **traingda**: Backpropagation de gradiente descendente con tasa de entrenamiento adaptativa;
- **trainrp**: *Resilient* Backpropagation.

A cada uno de los algoritmos se le realizaron diez pruebas para determinar cuál de los cuatro algoritmos probados presenta el mejor comportamiento en la predicción de fallos. En la tabla VI se muestra la configuración de la red neuronal como se realizaron las pruebas y en la tabla VII el resumen de resultados de éstas. En esta última se puede observar que el algoritmo seleccionado es el algoritmo **traingdm** (Backpropagation de gradiente descendente y momentum) aunque el que mayor índice de predicciones correctas vs predicciones erradas fue el **trainrp**. La razón obedece a que este último presenta en promedio un número elevado de predicciones erróneas como lo son 389 predicciones erradas vs. las 204 erradas que presentó el algoritmo seleccionado. Los resultados de las pruebas de la selección del algoritmo de entrenamiento se presentan en la Tabla VII, en el Anexo.

Tabla 8. Configuración de la red neuronal, pruebas de selección de momentum.

No. Neuronas ocultas	11
Algoritmo de entrenamiento	BackPropagation con momento (traingdm)
Learning rate	0.05
Momento	0.01 - 0.15
No. neuronas de salida	1
No. neuronas de entrada	11
Tipo de red	Perceptrón Multicapa
No. épocas	2000
No. pruebas x momento	10
Total pruebas	150

F. Selección del Momento en el Algoritmo de Entrenamiento

Después de haber encontrado que el algoritmo de entrenamiento de la red neuronal es el **traingdm**, sus parámetros son: el momentum y la tasa de aprendizaje (*learning rate*). A continuación en la tabla VIII se puede ver la configuración de la red neuronal con la que se probó el parámetro momento y en la tabla IX se observa el resumen de resultados de la prueba. El parámetro momentum seleccionado fue el de 0.10 ya tiene un índice de predicción alto (del 0.68), el número de predicciones es mucho mayor al de 0.72 que sólo tuvo 72 predicciones acertadas y el número de fallos no fue muy elevado (fue menor a 250 fallos que en la práctica se observó que era un número poco eficiente para la funcionalidad del sistema).

Los resultados de las pruebas de momentum del algoritmo de aprendizaje se presentan en la Tabla IX en el Anexo.

G. Selección de la Tasa de Aprendizaje en el Algoritmo de Entrenamiento

Como se mencionó anteriormente el otro parámetro a definir en

el algoritmo de aprendizaje es la tasa de entrenamiento, a continuación en la tabla X se encuentra la configuración de la red neuronal para las pruebas y en la tabla XI los resultados. En esta última se encuentra seleccionado la tasa de aprendizaje de 0.04 el cual comparado con los demás resultados que presentan el indicador de predicciones correctas vs. incorrectas.

Los resultados de las pruebas de selección de la tasa de aprendizaje del algoritmo de aprendizaje se presentan en la tabla XI en el Anexo.

Tabla 10. Configuración de la red neuronal. Pruebas de selección de la tasa de aprendizaje

No. Neuronas ocultas	11
Algoritmo de entrenamiento	BackPropagation con momento (traingdm)
Learning rate	0.01 - 0.15
Momento	0.01
No. neuronas de salida	1
No. neuronas de entrada	11
Tipo de red	Perceptrón Multicapa
No. épocas	2000
No. pruebas x learning rate	10
Total pruebas	150

H. Selección de Umbral

Como se observa en la figura 1, la umbralización es la última etapa del sistema de predicción y juega un papel muy importante en el sistema ya que es la encargada de seleccionar cuáles salidas de la red neuronal serán consideradas como un fallo en la red (Fallo en el servidor FTP) y cuáles no.

Es por esto que se realizaron pruebas para determinar el nivel de umbral con el que el sistema de predicción de fallos presenta un nivel alto de desempeño, en la tabla XII se encuentra la configuración de la red neuronal de las pruebas y en la tabla XIII (ver Anexo) los resultados.

Se escogió el umbral de 2.3 ya que éste presenta un nivel alto de predicciones correctas vs. las erradas (0.56) (comparado con las demás pruebas) y adicionalmente tiene desviación estándar baja y el promedio del indicador alto.

Tabla 12. Configuración de la red neuronal, pruebas de selección de umbral.

No. Neuronas ocultas	11
Algoritmo de entrenamiento	BackPropagation con momento(traingdm)
Learning rate	0.04
Momento	0.01
No. neuronas de salida	1
No. neuronas de entrada	11
Tipo de red	Perceptrón Multicapa
No. épocas	2000
No. pruebas x umbral	10
Umbral	1:0.1:2.5
Total pruebas	160

IV. RESULTADOS

En la tabla XIV se encuentra la configuración final del sistema de predicción de fallos propuesto en la figura 1, en ella se resume el trabajo desarrollado en la investigación para la configuración del sistema de preprocesamiento y en la tabla XIII se encuentran los resultados de las pruebas de predicción con datos de prueba diferentes a los de entrenamiento de la red neuronal. En ella se puede ver que el sistema presenta un índice de predicciones correctas vs. las erradas de un 66%, lo que nos dice que las redes neuronales perceptrón multicapa son herramientas válidas para la predicción de fallos en redes LAN aunque se debe buscar otra arquitectura de red que permita mejorar el desempeño del sistema.

En la prueba 36 como se observa en la tabla XV se obtuvo un sistema de predicción en el que el número de predicciones incorrectas es menor a 100 y el número de predicciones correctas fue de 65. La figura 3 muestra el resultado de esta prueba siendo la línea verde (punteada) en uno el intervalo de tiempo en el cual el sistema debe realizar predicciones y las líneas azules (líneas discontinuas) los momentos en los que el sistema realiza la predicción.

Tabla 14. Configuración final del sistema de predicción.

No. Neuronas ocultas	11
Algoritmo de entrenamiento	BackPropagation con momento (traingdm)
Learning rate	0.04
Momento	0.01
No. neuronas de salida	1
No. neuronas de entrada	11
Tipo de red	Perceptrón Multicapa
No. épocas	2000
No. pruebas x learning rate	10
Umbral	2.3
Total pruebas	40

V. CONCLUSIONES

- Para el desarrollo de sistemas de predicción de fallos en redes se requiere que sean de baja complejidad computacional para que el tiempo utilizado en la predicción de fallos permita que el sistema sea implementable.
- Las redes neuronales perceptrón multicapa son una herramienta útil en la predicción de fallos, aunque se deben probar otros algoritmos de entrenamiento para mejorar el desempeño del sistema de predicción obtenido.
- Las variables MIB IpInreceives, IpIndelivers, IpOutRequests, TcpActiveOpens, tcpRetranSec permiten determinar las fallas de una red LAN, utilizando sus valores medios y desviaciones estándar a la entrada de la red neuronal.
- Con las entradas a la red neuronal ipInreceives, ipIndelivers, ipOutRequests, tcpActiveOpens, tcpRetranSec, sus valores medios y desviaciones estándar, la arquitectura que mejor se comporta en la predicción es la que tiene once neuronas en la capa oculta.
- De los algoritmos backpropagation de gradiente descendente, backpropagation de gradiente descendente y momento, backpropagation de gradiente descendente con tasa de

entrenamiento adaptativa y resilient backpropagation, el mejor para la predicción de fallos de una red LAN utilizando red neuronal perceptrón multicapa de once neuronas en la capa oculta, es el backpropagation de gradiente descendente y momento, con parámetros tasa de entrenamiento de 0.04 y un momentum de 0.01.

– Para la determinación del fallo de la red LAN, el mejor parámetro para la umbralización de la salida de la red neuronal es que sea de 2.3 veces la desviación estándar de las últimas 120 salidas de ésta.

– Se podría mejorar el desempeño del sistema propuesto utilizando una arquitectura de red neuronal diferente o algoritmos que permitan un mejor aprendizaje a la red neuronal.

Tabla 15. Resultados de pruebas del sistema de predicción.

Prueba	MseEntMin	nErradas	nOk	(nOk/nErradas)
1	0.109845	266	148	0,56
2	0.110150	225	113	0,50
3	0.111292	91	33	0,36
4	0.110363	182	110	0,60
5	0.110100	1	0	0,00
6	0.111106	2	0	0,00
7	0.110305	45	14	0,31
8	0.110122	4	2	0,50
9	0.110485	1	0	0,00
10	0.110099	176	83	0,47
11	0.110705	243	102	0,42
12	0.111991	1	0	0,00
13	0.110137	23	10	0,43
14	0.110764	107	70	0,65
15	0.110488	21	15	0,71
16	0.110766	191	77	0,40
17	0.109571	5	3	0,60
18	0.110636	244	104	0,43
19	0.110650	13	4	0,31
20	0.110410	215	103	0,48
21	0.111930	117	49	0,42
22	0.110180	185	85	0,46
23	0.110988	48	33	0,69
24	0.109985	18	12	0,67
25	0.109250	170	91	0,54
26	0.110232	21	17	0,81
27	0.110769	1	0	0,00
28	0.109736	1	0	0,00
29	0.109395	29	23	0,79
30	0.109827	1	0	0,00
31	0.109284	1	0	0,00
32	0.110412	38	28	0,74

33	0.110645	9	4	0,44
34	0.109890	35	23	0,66
35	0.110058	134	53	0,40
36	0.110605	99	65	0,66
37	0.110693	41	16	0,39
38	0.110444	22	13	0,59
39	0.111245	126	61	0,48
40	0.112721	160	71	0,44

REFERENCIAS

- [1] J. R. Hiler y V. J. Martínez, *Redes Neuronales Artificiales*, Alfaomega, 2000.
- [2] G. Box, G. M. Jenkins, and G. Reinsel, *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, Holden Day Series, 1976.
- [3] J. G. Proakis y D. G. Manolakis, *Tratamiento Digital de Señales*, Prentice-Hall, 1998.
- [4] Yen-Chieh Ouyang and Li-Bin Yeh, “Predictive bandwidth control for mpeg video: A wavelet approach for self-similar parameters estimation,” in *IEEE International Conference on Communications ICC 2001*, vol. 5, 2001, pp. 1551–1555.
- [5] M. Thottan and C. Ji, “Fault prediction at the network layer using intelligent agents,” in *IFIP/IEEE Eighth International Symposium on Integrated Network Management*, 2003, pp. 745–759.
- [6] R. W. Lucky, “Automatic equalization for digital communication,” *Bell Syst. Tech. J.*, vol. 44, no. 4, pp. 547–588, Apr. 1965.
- [7] N. Frangiadakis, M. Kyriakakos and L. Merakos, “Enhanced path prediction for network resources management in wireless LANs,” *IEEE wireless communications*, pp.62–69, 2003.
- [8] San Qi Li and Chia Lin Hwang, “On the convergence of traffic measurement and queuing analysis: a statistical-matching and queuing (SMAQ) tool,” *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol. 5, no. 1, 1997, pp. 95–110.
- [9] G. R. Faulhaber, “Design of service systems with priority reservation,” in *Conf. Rec. IEEE Int. Conf. Communications*, 1995, pp. 3–8.
- [10] Aimin Sang and San-Qi Li, “A predictability analysis of network traffic,” in *IEEE INFOCOM*, 2000.
- [11] W. D. Doyle, “Magnetization reversal in films with biaxial anisotropy,” in *Proc. INTERMAG Conf.*, 1987, pp. 2.2-1–2.2-6.
- [12] Ziming Zhang and Song Fu, “Failure prediction for automatic Management of networked computer systems with availability assurance,” in *15th IEEE Workshop on Dependable Parallel, Distributed and Network-Centric Systems*, 2010.
- [13] Y. Liang, Y. Zhang, A. Sivasubramaniam. M. Jette, and R. K. Sahoo, “BlueGene/L failure analysis and prediction models,” in *Proceedings of international conference on dependable Systems and networks (DSN)*, 2006.
- [14] R. K. Sahoo, A. J. Oliner, and I. Rish, “Critical event prediction for proactive management in large-scale computer clusters,” in *Proceedings of ACM International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (SIGKDD)*, August 2003.
- [15] L. Wu, D. Meng, W. Gao, and J. Zhan, “A proactive fault-detection mechanism in large-scale cluster systems,” in *Proceedings of IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS)*, 2006.
- [16] S. Haykin, *Neural Networks for pattern recognition*, Oxford University Press Inc.
- [17] N. Frangiadakis, M. Kyriakakos, and L. Merakos, “Enhanced path prediction for network resources management in wireless lans,” *IEEE wireless communications*, pp. 62–69. 2003.

ANEXO

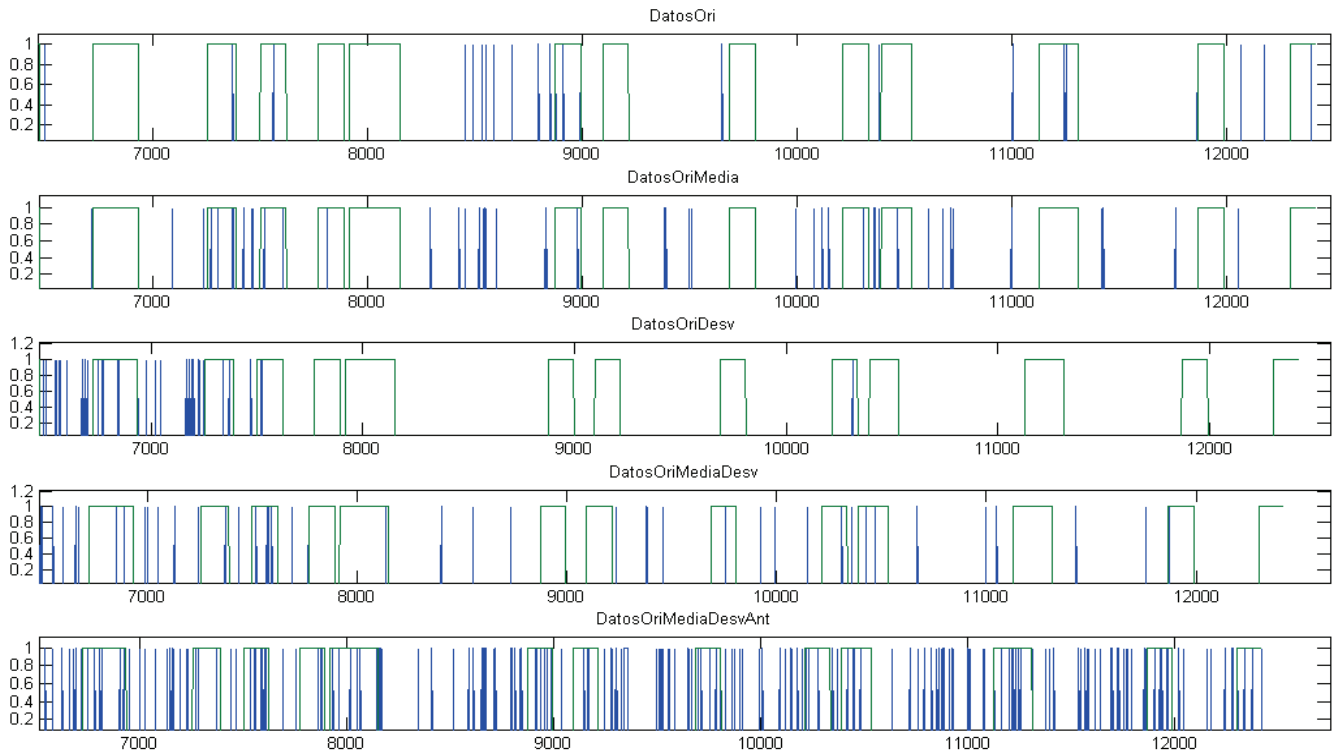


Fig 2. Resultados de pruebas de variables de entrada a la red neuronal.

TABLA V
RESULTADOS DE PRUEBAS DE SELECCIÓN DE NÚMERO DE NEURONAS EN LA CAPA OCULTA.

Prueba No	No. Neuronas	Mse Ent	nErradas	nOk	nOk Prom	(nOk/nErradas)	(nOk/nErradas) prom	Desv Est nOk
9	2	0,110531	198	117	91,3	0,59	0,47	0,21
3	3	0,112086	133	93	82,8	0,70	0,44	0,21
3	4	0,110273	161	107	91	0,66	0,59	0,16
9	5	0,110105	233	122	125,5	0,52	0,44	0,16
3	6	0,111664	186	133	70,3	0,72	0,49	0,24
1	7	0,109914	227	144	63,2	0,63	0,52	0,27
3	8	0,110727	181	114	68,7	0,63	0,48	0,19
4	9	0,109966	94	69	38,5	0,73	0,32	0,31
2	10	0,109988	180	111	85,6	0,62	0,41	0,23
6	11	0,110726	219	134	96,2	0,61	0,51	0,07
3	12	0,109578	158	105	107,4	0,66	0,45	0,14
9	13	0,112075	233	139	90,4	0,60	0,62	0,16
4	14	0,110857	247	149	95,3	0,60	0,47	0,15
9	15	0,110076	171	103	58,9	0,60	0,37	0,23

TABLA VII
RESULTADOS DE PRUEBAS DE SELECCIÓN DEL ALGORITMO DE ENTRENAMIENTO

Prueba	Algoritmo	MseEntMin	nErradas	nOk	nOk / nErradas	Prom Ind	Prom Nok	DesvEst Ind
2	traingd	0,1103	315,00	162,00	0,51	0,37	56,60	0,15
1	traingdm	0,1107	204,00	124,00	0,61	0,54	100,20	0,16
4	traingda	0,1074	306,00	161,00	0,53	0,44	86,80	0,05
5	trainrp	0,1035	389,00	241,00	0,62	0,54	234,90	0,06

TABLA IX
RESULTADOS DE PRUEBAS DE MOMENTUM DEL ALGORITMO DE APRENDIZAJE.

PruebaNo	mc	MseEntMin	nErradas	nOk	(nOk/nErradas)	Promedio Ind	Desv Est	Error Promedio
10	0,01	0,110705	204	124	0,61	0,40	0,19	4325,3
8	0,02	0,110027	305	149	0,49	0,51	0,17	4368,7
8	0,03	0,110327	109	78	0,72	0,55	0,32	4292,6
2	0,04	0,110501	196	122	0,62	0,50	0,20	4345,1
5	0,05	0,111212	303	159	0,52	0,55	0,19	4386,6
5	0,06	0,109703	236	124	0,53	0,41	0,19	4347,1
6	0,07	0,111071	201	127	0,63	0,40	0,23	4345,2
3	0,08	0,110303	227	133	0,59	0,47	0,21	4332,4
4	0,09	0,109769	235	140	0,60	0,50	0,23	4335,7
7	0,10	0,110687	159	108	0,68	0,45	0,19	4368
8	0,11	0,110848	236	111	0,47	0,39	0,22	4334,9
4	0,12	0,109861	283	142	0,50	0,44	0,17	4333,4
9	0,13	0,110393	189	120	0,63	0,49	0,23	4332,9
4	0,14	0,110068	168	108	0,64	0,45	0,18	4363,4
7	0,15	0,109735	261	137	0,52	0,41	0,17	4384,2

TABLA 11
RESULTADOS DE PRUEBAS DE LA TASA DE APRENDIZAJE DEL ALGORITMO DE APRENDIZAJE.

Prueba	lr	MseEntMin	nErradas	nOk	(nOk / nErradas)	Promedio Ind	Desv Est	Promedio indicador	Error Promedio	NErr Promedio
5	0,01	0,110231	2	2	1,00	0,41	0,26	90,7	4386,8	206,5
7	0,02	0,109600	38	30	0,79	0,51	0,19	95,3	4368,9	193,2
10	0,03	0,109871	5	5	1,00	0,54	0,25	72,6	4335,9	137,5
4	0,04	0,109890	106	70	0,66	0,51	0,20	74,2	4337,1	140,3
7	0,05	0,110586	1	1	1,00	0,51	0,26	79,4	4356,2	164,6
4	0,06	0,110092	71	56	0,79	0,49	0,21	105,3	4373,2	207,5
10	0,07	0,110963	201	127	0,63	0,35	0,25	53,6	4321,6	104,2
2	0,08	0,110089	218	133	0,61	0,48	0,11	85,7	4348,3	163
4	0,09	0,109995	3	3	1,00	0,51	0,26	62,7	4322,5	114,2
7	0,10	0,109770	79	58	0,73	0,38	0,25	42,6	4319,5	91,1
2	0,11	0,110474	100	74	0,74	0,44	0,27	78	4340,8	147,8
7	0,12	0,109633	194	116	0,60	0,48	0,12	61,9	4333,9	124,8
8	0,13	0,109807	22	22	1,00	0,40	0,32	29,9	4297,3	56,2
4	0,14	0,110667	34	28	0,82	0,49	0,24	60,9	4333	122,9
1	0,15	0,109805	82	55	0,67	0,41	0,21	65,6	4338,8	133,4

TABLA XIII
RESULTADOS DE PRUEBAS DE LA SELECCIÓN DEL UMBRAL.

Prueba No	Umbral	MseEntMin	nErradas	nOk	(nOk/nErradas)	Promedio Ind	Desv Est	Promedio indicador	Error Promedio	NErr Promedio
5	1,9	0,110100	5	4	0,80	0,39	0,23	90,9	4378,5	198,4
1	2	0,109845	382	198	0,52	0,38	0,17	78,3	4356,4	163,7
4	2,1	0,110363	249	134	0,54	0,35	0,20	66,6	4339,9	135,5
1	2,2	0,109845	298	161	0,54	0,31	0,24	57,5	4329,4	115,9
1	2,3	0,109845	266	148	0,56	0,33	0,24	50,3	4320	99,3
1	2,4	0,109845	228	128	0,56	0,38	0,32	42,1	4313	84,1
4	2,5	0,110363	131	79	0,60	0,33	0,24	36,8	4306,5	72,3

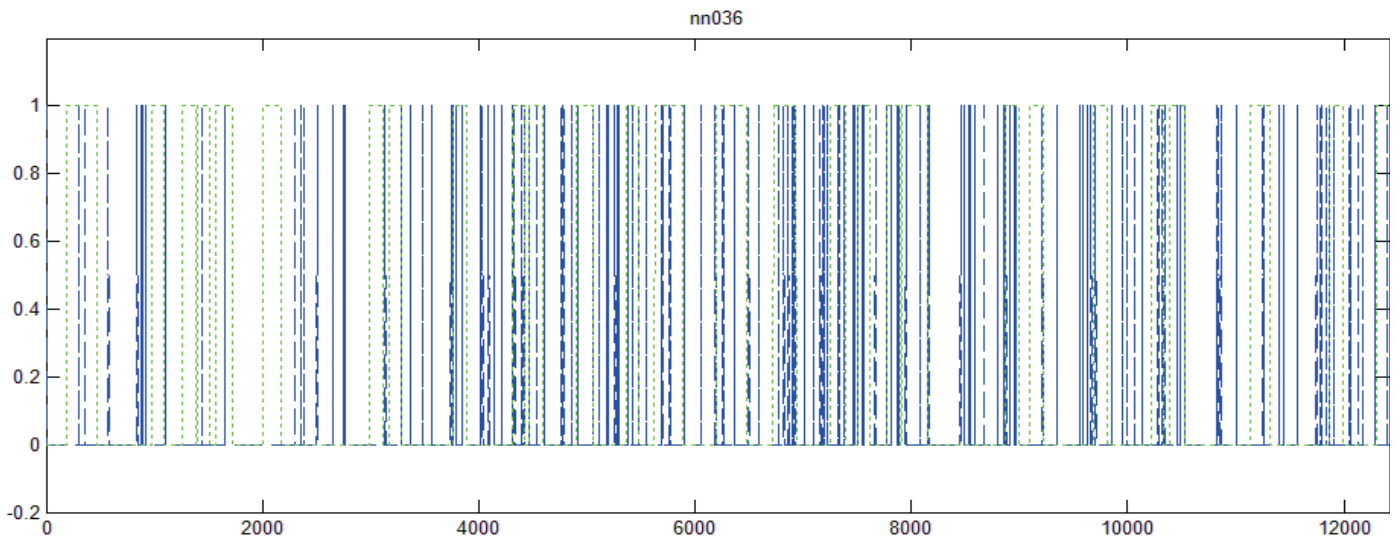


Fig. 3. Gráfica de resultados del sistema de predicción.



Sistema experto asistente para atender las fallas mecánicas en un sistema de transporte por cable aéreo.

Tabares Ospina Hector
Profesor

I.U. Pascual Bravo
Medellín-Colombia
57 3168601736

h.tabares@pscualbravo.edu.co

González Rojo Alexander
Operador de Mantenimiento

Metro de Medellín, Ltda.
Medellín-Colombia
57 3122356075

rojo535@yahoo.es

RESUMEN

La determinación de la solución de fallas operativas mecánicas en un sistema de transporte por cable aéreo requiere un rápido tratamiento, si lo que se pretende es no afectar su operación en la movilidad y conectividad urbana y cumplimiento del servicio. Estas fallas no generan alarmas ni se visualizan en los módulos de control por cuanto no existen sensores de bajo costo para su detección, por lo que su localización hace parte de las labores de inspección diarias que hace el personal operativo y de mantenimiento.

Se presenta en este artículo la implementación de un sistema experto que actúa como asistente del operador de cable para atender las fallas operativas mecánicas en un sistema de transporte por cable y facilitar la toma de decisiones conducentes a resolver la ocurrencia. El sistema propuesto modela el conocimiento específico del personal de mantenimiento de cable aéreo, mediante relaciones entre las variables evidenciables y objetivo.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

En las especificaciones de diseño del aplicativo desarrollado, la base de reglas y el motor de inferencia se implementaron en lenguaje C# de Microsoft, y la base de conocimiento reside en un manejador de bases de datos.

Se espera que el sistema informático desarrollado agilice el tiempo de atención de la falla.

ABSTRACT

The determination of mechanical operational failures in aerial cable-car transport systems requires a swift response, especially if the intended result is not to adversely affect the operational mobility and connectivity in urban areas that depend on the reliability of the service. These failures do not generate alarms nor are they displayed in the control modules because there are no low-cost sensors for detection. As a result, their detection is part of the daily inspection tasks that maintenance workers perform.

This paper will present the implementation of an expert system that acts as an assistant to the maintenance operator. Its purpose is to assist in determining the mechanical operational failures in aerial cable-car systems and facilitate the decision-making process in resolving the issue. The proposed system is based on the same knowledge that a cable-car maintenance worker possesses, derived from the relationships among the objective and visible variables.

In the design specifications of the developed application, the fundamental rules and inference engine are carried out using Microsoft C# language. The knowledge base is housed in a database drive.

It is expected that the developed information system will expedite the time necessary to service the failure.

Palabras clave

Sistema experto, fallas operativas mecánicas, sistema de transporte por cable aéreo.

Keywords

Expert system, mechanical operational failures, aerial transport cable-car system.

INTRODUCCION

El objetivo fundamental de este trabajo consiste en desarrollar un sistema experto (SE) que actúa como asistente del personal de mantenimiento, para atender las fallas operativas mecánicas en un sistema de transporte por cable aéreo, caso en particular, el Metrocable de la ciudad de Medellín. Este trabajo es un subproducto del proyecto de investigación “Nuevas funcionalidades de un PLC para hacer gestión activa de cargas”, realizado en la INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO (IUPB), Medellín, Colombia.

El artículo comienza tratando el sistema de transporte por telecabina, Metrocable, continua con el estado de la técnica relacionado con los procedimientos para atender las fallas operativas mecánicas en el Metrocable y el estado del arte sobre el asunto. A continuación se presenta la metodología utilizada para la implementación de un sistema experto determinista que asesore la solución de una falla mecánica. Continúa el artículo mostrando las pruebas de validación y los resultados más importantes. Finaliza, presentando las principales conclusiones del trabajo investigativo.

Sistema de transporte por telecabina

Un detallado estudio sobre los sistemas de transporte por telecabina esta más allá del ámbito de esta unidad. En [1, 2], se ofrece una completa información con referencias específicas. Se presenta a continuación un resumen sobre los principales aspectos relacionados con el tema.

Se indica en [3], que los sistemas de transporte por telecabina se han utilizado principalmente en las zonas turísticas. Sin embargo, en los últimos años, estos sistemas también se han empezado a utilizar en áreas urbanas densamente pobladas.

El sistema de transporte por telecabina de la ciudad de Medellín, denominado Metrocable, está concebido como el primer sistema por cable aéreo en el mundo, conectado a un sistema de transporte masivo tipo Metro y se presenta como una opción limpia y sostenible de desarrollo.

El Metrocable cuenta con 4 estaciones y 90 telecabinas desenganchables con capacidad para ocho pasajeros, y un tiempo de recorrido de 19 minutos para la vuelta completa de 2.072 metros. La estación motriz esta ubicada en la estación Acevedo del sistema Metro donde se encuentra el garaje, el puesto de mando del cable y la infraestructura de tracción eléctrica y de socorro. La estación Santo Domingo Savio, ubicada al final del trayecto del cable, es la destinada para el regreso de las cabinas, también llamada estación retorno. Las estaciones intermedias Andalucía y Popular están ubicadas entre la estación motriz y la estación retorno.

En total son 20 torres las que sostiene el cable por el que se desplazan las cabinas, a una velocidad promedio de 5 metros por segundo, lo que permite a los usuarios movilizarse desde la estación terminal de Santo Domingo Savio, hasta la estación Acevedo del Metro, en aproximadamente 8 minutos.

En caso de ausencia de energía el sistema se opera con un motor térmico (Diesel), el cual acciona motores hidráulicos que mueven la polea principal.

La sistema del Metrocable, (véase figura 1), opera alrededor de 19 horas por día, por consiguiente, los requisitos de mantenimiento del sistema son más altos que otros teleféricos, siendo necesario verificar las condiciones de operatividad, facilidad de mantenimiento y seguridad de los usuarios y el sistema en sí [5, 6].



Figura 1. Estructura básica del Metrocable. Fuente: [4]

La operación del Metrocable es supervizada desde el Puesto Central de Control, por el Supervisor de Operaciones y controlada desde el Puesto de Mando del Cable, por el Operador del Cable, mediante los tableros de control y equipos de comunicación.

El sistema de transporte es similar en diseño y construcción a las utilizadas para el transporte de pasajeros en las zonas turísticas de invierno en Donovaly-Eslovaquia, Daemyung-Corea, La Clusaz-Francia.

Las características técnicas del sistema se describen a continuación. (Véase la tabla 1).

Tabla 1. Características técnicas.

Característica	Detalle
Tipo de sistema	Monocable desenganchable
Sistema de tensión	Motriz fija
Energía	Eléctrica
Potencia del motor	920 Kw
Consumo energía/día	6.072 kWh
Longitud del trazado	2070m.
Desnivel	398.68 m
Pendiente promedio de la línea	20%
Velocidad línea	Hasta 5m/s
Numero de pilonas	20
Altura máxima de pizona	33m
Ancho vía	5.7m

Capacidad de usuario	3000 usuarios/hora
Número de estaciones	4
Número de cabinas	93
Pasajeros por cabina	8 sentados
Distancia entre cabinas	60m
Frecuencia	12 seg (a 5 m)
Ciclo de operación	Continuo, 18 horas al día, 360 días al año.
Horario de operación	De lunes a sábado desde las 4:15h hasta las 23:30h. Domingos y festivos desde las 9:00h hasta las 22:30 h.
Fabricante	Empresa Pomagalski (Francia)

Estado de la técnica sobre fallos operativos mecánicos en el sistema Metrocable

En [1, 2, 4], se ofrece una completa información sobre el asunto. Un recuento sobre los principales aspectos relacionados con el tema, se presenta a continuación.

Independientemente del fabricante (austríacos, franceses o italianos), tipo, modelo y tamaño, los sistemas de transporte de cables aéreos son tecnologías concebidas como un conjunto de sistemas electromecánicos que deben ser supervisados y monitoreados desde diferentes equipos de control automático con el fin de garantizar la integración de cada uno de ellos y su correcto funcionamiento. Las averías o fallas del sistema están clasificados en dos grandes grupos: averías operativas eléctricas y mecánicas. La primera, que genera alarmas en el sistema, esta relacionada con fallos o defectos detectados en el generador de impulsos, gálambos, CPU del PLC, motores, zonas de avance, pesaje de pinza, entre otras. Al respecto, el sistema cuenta con una pantalla “touch panel” que permite la visualización de las fallas. Dichos equipos están ubicados en todos los armarios de mando y control en todas las estaciones. Como lo relaciona el fabricante, las averías mecánicas tratan las fallas del sistema relacionadas con las llantas, correas, piñones, poleas, chumaceras, riel de circulación, y las partes propias de la cabina como son las ruedas de circulación, el patín de arrastre, rozadores y defecto en puertas. No existe herramienta o dispositivo que automáticamente detecte fallas en las anteriores partes mecánicas, por lo que su localización hace parte de las labores de inspección diarias sugeridas por el fabricante, que hacen los operarios de mantenimiento, razón por la cual, este trabajo investigativo se justifica en la medida en que se desarrolle una aplicación del tipo sistema experto, que actúe como asistente del Personal de Operativo y de Mantenimiento, para atender las referidas fallas mecánicas del sistema.

En todos los casos, para abordar e identificar los defectos generados durante la operación comercial del Sistema, se hace necesario un conocimiento previo del mismo, de los eventos y de cómo se deben atender por parte de los Operadores de Cable (OPC), Operadores de Estación (OES) y Personal de Mantenimiento (PM), tratando de afectar lo menos posible la operación, es decir, que los tiempos de parada sean mínimos. Esto se logra conociendo el funcionamiento y la manipulación de los equipos, los elementos que intervienen en éstos y la buena interpretación de los defectos presentados en la operación, de esta

manera se le brinda comodidad y rapidez a los usuarios en el desplazamiento en las cabinas.

Antecedentes

El sistema de transporte por telecabina de la ciudad de Medellín, Metrocable, es el primer sistema por cable aéreo en el mundo, conectado a un sistema de transporte masivo. Adicionalmente los requisitos de mantenimiento del sistema son más altos por cuanto no se trata de un teleférico de turismo sino de un sistema de transporte comercial que trabaja alrededor de 19 horas al día. Por otra parte, no existen dispositivos de bajo costo con los cuales se pueda detectar los indicadores de fallas de los sistemas mecánicos del Metrocable. Por consiguiente la literatura presenta pocos estudios relacionados con el asunto. En el mejor de los casos, se trata de investigaciones realizadas a nivel local, y validadas internacionalmente.

Con respecto al estado del arte y de la técnica, relacionadas con las fallas operativas mecánicas del sistema, se presenta a continuación un recuento. En [7], Quintero argumenta que los estudios sobre las tareas de mantenimiento de los sistemas de transporte por cable aéreo se han desarrollado en el campo de análisis dinámico, análisis de vibraciones, las simulaciones matemáticas, entre otros, pero todos ellos, básicamente centrado en temas de diseño más que los temas de mantenimiento. Las tareas de mantenimiento actuales en el sistema Metrocable se realizan siguiendo las instrucciones del fabricante, pero debido a la naturaleza de la operación del sistema, el PM ha desarrollado otras rutinas de mantenimiento complementarias asociadas a la nueva dinámica de la operación de teleféricos.

Quintero presenta una metodología para el diseño e implementación de un sistema experto SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), para el sistema de transporte masivo Metro de Medellín. En este caso, el objetivo del desarrollo de un sistema experto SCADA se basa en la necesidad de preservar el conocimiento adquirido por el personal de mantenimiento. Básicamente, el SCADA utiliza la información en tiempo real de los sensores situados en la pinza desenganchable de las telecabinas, para el cumplimiento de los requisitos de operatividad, facilidad de mantenimiento y seguridad del Metrocable. El sistema experto propuesto por los autores es un sistema SCADA tradicional combinado con un sistema experto basado en los sistemas de inferencia difusos [8].

Con el sistema experto SCADA propuesto, los autores modelaron las reglas de mantenimiento establecidas por el fabricante y el conocimiento de los Operadores de Mantenimiento, para estimar el comportamiento del sistema en términos de Mantenimiento Basado en Condición (CBM).

Así mismo, en la Revista Metro [1, 2] se informa que el Metro de Medellín en conjunto con la Universidad EAFIT y Colciencias, formalizó un convenio de investigación para desarrollar un sistema de diagnóstico para el sistema pinza-cable del Metrocable, que permitirá conocer el comportamiento dinámico de todas las variables del sistema, tales como alineación horizontal y vertical de las rampas de ingreso a las estaciones, alineación horizontal y vertical del cable portador-tractor, la velocidad de ingreso y salida de los vehículos en las estaciones, el comportamiento en la máxima y mínima apertura de la pinza, entre otras. Todo lo anterior con el fin de evaluar aspectos de seguridad, vida útil, condiciones de comodidad y estabilidad, y buscar así mejorar los tiempos de disponibilidad del sistema.

Otra investigación que adelanta el Metro de Medellín con la Universidad Eafit es la que tiene que ver con la dinámica de los cables aéreos. El convenio, que inició a mediados del 2011, tiene como objetivo identificar medidas de mantenimiento y de control adicionales a las que ya existen en el manual de cables de la Empresa, con el fin de garantizar el excelente funcionamiento de los cables existentes.

A la vez, el Área Operación de Cables Aéreos del Metrocable, consciente de la necesidad de garantizar que las intervenciones realizadas durante cada una de las rutinas de mantenimiento en los equipos y elementos de control se ejecuten de manera confiable y óptima, implementó un simulador de pruebas eléctricas y de manejo del “Touch Panel”, que permite la verificación del estado de los componentes de los equipos electrónicos y de control sin intervención durante la operación del cable.

En [9] los investigadores diseñaron un sistema de inferencia difuso que incorpora los procedimientos de mantenimiento establecidos por el fabricante y por los operadores de mantenimiento que, con sus años de experiencia, han establecido otras rutinas, propias de las condiciones en las que opera el sistema Metrocable, y el concepto de Mantenimiento Basado en Condición (CBM) para modelar los modos de fallo del sistema Metrocable. Como se indica en [10], el Mantenimiento Basado en Condición (CBM) es una metodología o técnica de mantenimiento, también conocida como “Mantenimiento Predictivo”, que se realiza con base en las condiciones o parámetros de los equipos, en los que se establecen algunos límites o ventanas operacionales y se verifica su comportamiento, mediante algunas tecnologías como: Análisis de Vibraciones, Termografía Infrarroja, Coronografía Ultravioleta, Alineación y Balanceo Dinámico.

En [11], los investigadores informan que los sistemas de transporte por telecabinas utilizan elementos estandarizados de producción, que no tienen en cuenta ciertas condiciones de las operaciones concretas (el diseño no discrimina entre un medio de transporte para los pasajeros de turismo y otros medios de transporte urbano con un funcionamiento continuo). Sin embargo, las telecabinas comerciales son sensibles a las siguientes condiciones externas: (i) cargas y frecuencia de operación; (ii) las condiciones ambientales -vientos, temperatura, la humedad, corrosión, etc.; y (iii) la disponibilidad del sistema. Por esa razón, los investigadores evalúan el efecto de las condiciones comerciales de funcionamiento de las telecabinas, basado en mediciones obtenidas a partir de una disposición de sensores que registran el comportamiento conjunto de acoplamiento entre la cabina, las pinzas desengalchables y los cables de sujeción y tracción.

Finalmente se informa que el PM del Metrocable integran grupos de investigación de la INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO, y han venido trabajando modelos computacionales usando SE como el expuesto en [12]. Para los propósitos de este trabajo investigativo, el artículo antes referido fue tomado y adaptado para la atención de fallas operativas mecánicas del Metrocable.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Las fallas operativas mecánicas del sistema Metrocable, las tareas de mantenimiento que se realizan en el sistema siguiendo las instrucciones del fabricante, y la experiencia adquirida por el personal de mantenimiento desarrollando nuevas rutinas de

vigilancia, llevó a pensar en el desarrollo de un sistema experto del tipo determinista, titulado SE_FOMCA_IUPB (Sistema Experto, Fallas Operativas Mecánicas, Cable Aéreo), para modelar el conocimiento del PM, para que actúe como su asistente en las labores de mantenimiento preventivo y correctivo.

Los actores que intervienen en el aplicativo SE_FOMCA_IUPB son: el ingeniero de sistemas que en este caso hace las veces de ingeniero del conocimiento (IC), el experto en el dominio de conocimiento sobre fallas operativas mecánicas en un sistema de transporte por cable aéreo (EDC) y los usuarios finales (UF) que interactúan con el sistema con miras de atender la falla que presenta el sistema.

La metodología abordada para la implementación del SE contempló las siguientes etapas:

Identificación del problema. En este caso, atender las fallas operativas mecánicas en un sistema de transporte por cable aéreo.

Selección de la variable objetivo y sus valores. El EDC definió como variable objetivo la atención de las soluciones de las fallas operativas mecánicas del sistema de transporte por cable aéreo, (véase tabla 2), sujetas a revisión periódica con el propósito de detectar sus modos de fallo.

La selección de las variables evidenciales y sus posibles valores. Sobre la base de conocimiento del EDC, se seleccionaron el conjunto de variables evidenciales relevantes. Cada parte mecánica del sistema de cable aéreo (véase tabla 2, llantas, correas, poleas, etc.) debe ser evaluado por distintos indicadores. Para el caso de las llantas, son: presión de aire, desgaste, tracción cabina. Todas las variables son de tipo booleano, asumiendo el valor de uno con el que se confirma el evento. El valor de cero, cuando no se presenta falla. Los indicadores listados no constituyen la universalidad de casos, por lo que el programa SE_FOMCA_IUPB provee los medios para la recolección de nuevos indicadores.

Diseño de las preguntas. El desarrollo del cuestionario es la parte más complicada y en general es una actividad iterativa. El proceso se puede comenzar identificando los indicadores de fallas, representadas en las variables evidenciales, presentes o no en los valores que asume la variable objetivo, estado de las partes mecánicas, identificada para el dominio del problema. En esta fase intervinieron el IC y el EDC. La adquisición de la información relevante se obtuvo consultando con el EDC y el IC extrajo los principales indicadores de los diferentes tipos de fallas operativas mecánicas. Estos modos de falla provienen de la relación de los indicadores descritos por el fabricante y monitorizadas por el personal de mantenimiento y los diferentes defectos que pueden ocurrir en cada elemento. Con base a los rasgos identificados en el paso anterior, el IC y el EDC diseñan las reglas a evaluar y las preguntas a formular a los UF del sistema cuando interactúa con el subsistema de interfaz de usuario final. Véase en la tabla 2, las reglas a evaluar y las preguntas a formular al UF.

Tabla 2. Variables evidenciales o de entrada.

Parte mecánica	Regla	Consecuente
Llantas	Falla presión de aire + Desgaste llanta + Tracciona cabina.	Cambio de llantas

Correas	Desgaste Correas + Mal Estado Correas		Cambio correas
Correas	Falla tensión de Correas		Tensionar correa
Poleas	No Tracciona el eje de la polea		Cambio polea
Poleas	Desalineación + Desbalanceo de la polea		Se alinea polea
Chumacera	Falla Plato de sujeción de la chumacera		Cambio de plato
Chumacera	Falla Cuerpo de la Chumacera		Cambio de la chumacera
Chumacera	Falla Rodamiento de chumacera		Cambio de rodamientos de chumacera
Piñon	Fractura piñon + Desgaste piñon + Mal Estado piñon		Cambio de piñones
Riel de circulación	No Limpieza de riel de circulación		Limpiar la zona del riel afectado.
Cabina - Ruedas de circulación	Falla Rodamiento Cabina + Rueda Incompleta + Presencia de material		Cambio ruedas de circulación de la cabina
Cabina - Patin de arrastre	Patin desgastado + ausencia del patin de arrastre + ausencia de tornillos de sujeción		Cambio de patin

Se trata de una base de reglas especificada por el fabricante y nuevas rutinas desarrolladas por el PM, sobre las fallas operativas mecánicas del sistema. El SE intercambia datos entre las columnas tablas 2 para inferir el tipo de atención de la falla que está siendo reportada.

La tabla 2 no presenta una clasificación completa de las fallas operativas mecánicas, sino que existen tantas clasificaciones como expertos en el tema, siendo todas validas y muchas veces complementarias unas de otras. De lo anterior se deduce que la base de conocimiento (BC) del programa SE_FOMCA_IUPB permite registrar nuevos tipos de fallas.

Implementación software. En las especificaciones de diseño del aplicativo SE_FOMCA_IUPB, se manejaron tres capaz: interfaz, lógica de programa, datos; esto para lograr que la interfaz sea completamente independiente del sistema y la BC pueda alterarse sin tener que hacer cambios en la programación. La BC reside en un manejador de bases de datos. La base de reglas y el motor de inferencia (MI) se implementaron en lenguaje C# para ambiente de escritorio, utilizando el escenario de conectado para tener acceso al motor de la BD.

La arquitectura básica del aplicativo SE_FOMCA_IUPB se presenta a continuación (Véase la Figura. 2).

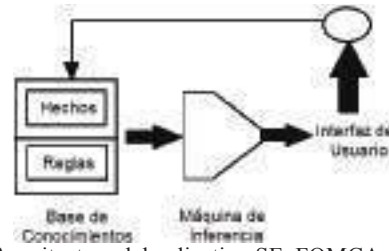


Figura 2. Arquitectura del aplicativo SE_FOMCA_IUPB.

El programa SE_FOMCA_IUPB está compuesto por tres subsistemas: i) el editor de variables evidenciales y objetivos, ii) la base de conocimiento, iii) la interfaz de usuario final.

Editor de variables evidenciales y objetivos

Con base en los rasgos identificados en las variables evidenciales, el IC y el EDC las registran en el sistema SE FOMCA IUPB utilizando el subsistema editor de variables evidenciales (anteriores) y objetivos (consecuente).

Editor base de conocimiento

El archivo de las variables evidenciales y objetivos se carga en el subsistema de adquisición del conocimiento. Inicialmente el sistema no contiene posibles reglas. El EDC carga las variables generadas por el IC y configura las reglas en la base de conocimiento. Este proceso se repite hasta que se hayan configurado todas las soluciones posibles para cada una de las preguntas formuladas.

Es frecuente que diferentes fallas operativas mecánicas estén correlacionados, siendo necesario realizar cierta pregunta si la respuesta seleccionada a la pregunta anterior lo requiere. El subsistema permite establecer dependencias usando variables auxiliares internas.

Finalizado este proceso, las preguntas formuladas, las dependencias y la importancia asignada son guardadas en una base de datos.

Bases de datos.

Todo el sistema esta relacionado como una base de datos Access (MDB) titulada SE_FOMCA_IUPB.db, y centra su gestión en dos aspectos principales: las partes mecánicas del sistema (Llantas, poleas, correas,..., etc.) y los indicadores de fallas provenientes de las partes mecánicas del sistema (Falla presión de aire, Desgaste llanta, No Tracciona cabina,..., etc.). El esquema de la base de datos relacional que cumple con el planteamiento de los requisitos se presenta en la Figura 3. El significado de las tablas y sus relaciones es el siguiente:

- Tabla_ParteMecanica almacena la lista de las partes mecánicas que constituyen el sistema.
- Tabla_Indicadores, contiene los indicadores de fallas de cada parte mecanica.
- Tabla_AdquisicionConocimiento, comprende el listado de reglas que evalúa el SE.



Figura 3. Diagrama entidad-relación de la BC del SE.

El significado de los atributos que componen las diferentes tablas es explícito, de tal manera que los lazos entre las relaciones son fáciles de entender. Por ejemplo, el lazo que conecta Tabla_ParteMecanica con Tabla_Indicadores, clasifica los indicadores de fallas del sistema.

Interfaz de usuario final.

El subsistema de interacción con el UF, permite el acceso al conocimiento especializado, que puede consultarse interactivamente en cada paso, luego de seleccionar la variable evidencial y su valor en el recorrido desde el inicio a la meta.

El cuestionario primero se presenta al EDC cuando utiliza el subsistema de adquisición del conocimiento para completar la BC y verificar como están relacionadas cada una de las opciones disponibles para recomendar una solución.

El funcionamiento general del subsistema de interacción con el UF es el siguiente: el UF selecciona la parte mecánica y responde las preguntas planteadas por el SE relacionadas con el conjunto de variables evidenciables o indicadores relevantes asociadas.

La consulta transcurre en general según el esquema siguiente: Primero se plantea al usuario la pregunta relacionada con cada parte mecánica que constituye el sistema para alcanzar una determinación aproximada del contexto. El dialogo, por parte del sistema, esta a menudo dimensionado para ir confirmando o rechazando hipótesis sobre los indicadores, o para realizar una aproximación sucesiva hacia un objetivo introducido de antemano (por ejemplo, atención según tipo de falla).

La configuración realizada por el UF es empleada por el MI para obtener razonamiento deductivo automático, seleccionando las reglas posibles que especifican la atención al tipo de fallas mecánicas presentes en el sistema.

RESULTADOS

Para probar el sistema, se empleo el subsistema de interfaz de interacción con el UF. Con los datos definidos en los filtros, el sistema SE_FOMCA_IUPB simula al experto humano, usando el MI, aplicando un encadenamiento de reglas hacia adelante para contrastar los hechos particulares de la base de hechos con el conocimiento contenido en la BC y obtener conclusiones acerca de la consulta realizada. En la Tabla 3, se presenta la inferencia del SE ante cualquier posible falla reportada por los respectivos indicadores.

Tabla 3. Validación del sistema.

Sistema Experto			
Variable de entrada (Indicadores de fallas (antecedentes))			Variables de salida (consecuentas)
Falla presión de aire	Desgaste llantas	No Touchdown cabina	FOML Cambio de llantas
Falla tensión	Desgaste Correas	Mal estado correas	FOM Cambio de correas
Desalineación	Desbalanceo	No Touchdown eje.	NO HAY FOM
Falla plato sujeción	Falla cuerpo Ch.	Falla nodarizante Ch.	NO HAY FOM
Fuquera Pilón	Desgaste Pilón	Mal estado pilón	FOM Cambio de pilones
Falla Rodamiento-cab.	Fractura rueda	Presencia de mal.	FOM Cambio de nodarizante

Como se observa, el SE determina exitosamente la solución del tipo de atención de la falla en función de las variables evidenciales seleccionadas.

Para lograr un mejor rendimiento del MI del sistema informático, SE_FOMCA_IUPB maneja la transaccionalidad de la base de datos y su procesamiento de manera local, usando los recursos de la máquina en vez del servidor designado.

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo consistió en desarrollar el prototipo software SE_FOMCA_IUPB para la determinación de fallas operativas mecánicas en el sistema de transporte por cable aéreo.

El sistema propuesto modela datos históricos relacionados con las fallas operativas mecánicas, el conocimiento específico del fabricante o del personal de mantenimiento experto en el asunto, mediante relaciones entre conceptos explicitados en las variables evidenciables (indicadores de fallas), y las variables objetivos (solución de las fallas).

El prototipo de SE permite obtener información sobre el tipo de fallas operativas mecánicas de acuerdo a los indicadores de desempeño.

Las operaciones de mantenimiento mecánico del sistema son registradas por los operarios en el SE, posibilitando que el sistema emita futuras recomendaciones sobre la realización de labores de mantenimiento de las piezas mecánicas del sistema, en función de los tiempos promedios calculados por el sistema, en el que cada elemento mecanico falló.

Las características del sistema experto SE FOMCA IUPB se presentaron y los indicadores de fallas se desarrollaron con la normativa ISO 13374-2: 2007 (E) [13] en el que se especifican los requisitos para la arquitectura de procesamiento en CMD (Condition Monitoring Diagnóstico).

El prototipo de sistema desarrollado está accesible en la dirección: <http://www.pascualbravo.edu.co/desarrollosinvestigacion/>. Se encuentra también un video tutorial que enseña como utilizar el software.

AGRADECIMIENTOS

Esta sección reconoce la ayuda de los señores profesores Oscar Botero, Julian Galeano, docentes titular de las asignaturas en Control Industrial y Bases de Datos respectivamente. Se agradece a los revisores del artículo las constructivas sugerencias realizadas.

REFERENCIAS

- [1] Dominguez Cano, R. (abril 26 de 2016). *Operación y mantenimiento del sistema de cable aéreo en el Metro de Medellín*. Obtenido de <http://www.nxtbook.com/ml/MetroMedellin/MetroMedellinEnero2007/index.php?startid=65>
- [2] Marquez Ramirez, R. (abril 26 de 2016). *Tecnología Cable Aéreo. I+D+i: un distintivo METRO, un punto de referencia internacional*. Obtenido de <http://miportemetro.com/revista/cable.htm>.
- [3] Hoffmann, K. (2006). *Recent developments in cable-drawn urban transport systems*. *FME Transactions*. Vol. 34. No. 4, p.p. 205-212.
- [4] Metro de Medellín. (abril 26 de 2016). *Ejemplo de intermodalidad. Sistema de transporte por cable aéreo integrado al Metro de Medellín*. Obtenido de [http://uprati.uprm.edu/interns/medellin/MetroCable\(PuertoRico\).pdf](http://uprati.uprm.edu/interns/medellin/MetroCable(PuertoRico).pdf)
- [5] Dávila, J., (2012). *Movilidad urbana y pobreza. Aprendizajes de Medellín y Soacha, Colombia*. The Development Planning Unit, UCL | Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- [6] Dale, S., Imhäuser, T., Chu, N., (2013), *Creative Urban Projects*. Creative Urban Projects Inc.
- [7] Quintero O., Castañeda L., Trujillo A. (2014), “*Design of a methodology for a SCADA expert system: massive transportation ropeway*”. Memorias del XVI Congreso Latinoamericano de Control Automático, CLCA 2014, ResearchGate, p.p. 905-910.
- [8] Optin, T, (2007), *Intelligent SCADA systems*, Automation & Control Technical, EngineerIT.
- [9] Villa L., Quintero O., Castañeda L., Mejía G (2015), “*Fuzzy Inference System for Modelling Failure Modes in a Ropeway for Massive Transportation*”. International conference on Artificial Intelligence and Industrial Engineering. Atlantis Press, p.p. 113-116.
- [10] Copete P. (abril 26 de 2016). *Mantenimiento Basado en Condicion CBM*. Obtenido de [en:http://portal.tc.com.co/tecnicontrol/soluciones/confiabilidad-ad-operacional/cbm](http://portal.tc.com.co/tecnicontrol/soluciones/confiabilidad-ad-operacional/cbm)
- [11] Martinod R., Estepa D., Paris C., Pineda F, Restrepo J., Castañeda L., G. Mejía (2014), “*Operating conditions effect over the coupling strength for urban aerial ropeways*”. *Transport problems*. Vol. 9, Ed. 3, p.p. 5-14.
- [12] Primorac, C., Mariño, S. (abril 26 de 2016) “*Un sistema experto para asistir decisiones turísticas. Diseño de un prototipo basado en la web*”. *Revista de investigación en turismo y desarrollo local*. vol. 4, No 10. Obtenido de <http://www.eumed.net/rev/turydes/10/pm.pdf>.
- [13] International Standard ISO (ISO 13379-1:2012 (E)), *Condition monitoring and diagnostics of machines – Data interpretation and diagnostics techniques – Part 1: General guidelines*.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=7UTk51QksZ0>

Uso de TICs, una amenaza a la salud. ¿Cuáles serán las enfermedades que tendremos en un futuro ocasionadas por las TICs?

Avilúz Ramírez Eugenio
Universidad Autónoma de Guerrero
Facultad de Matemáticas
aviluzre@gmail.com
767 67 2 29 29

Nuñez Aguirre Ma. Beatriz
Universidad Autónoma de Guerrero
Facultad de Matemáticas
betti_aguirre1994@hotmail.com
767 67 2 29 29

Marmolejo Valle José Efrén
Universidad Autónoma de Guerrero
Facultad de Matemáticas
jmarmolejov@gmail.com
7474719310

RESUMEN

En este artículo se presenta un análisis y estudio de los problemas inherentes físico y psicológicos que pueden ocasionar el uso desmesurado de las tecnologías; así como una crítica sobre cada situación y posibles medidas preventivas hacia cada problema físico o psicológico.

PALABRAS CLAVE

TICS, enfermedades psicológicas, enfermedades físicas, competencia digital, brecha digital, TICs, depresión, dependencia, exclusión social, brecha digital ...

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

1. INTRODUCCION

En este trabajo es un compendio sobre una investigación acerca del uso de los tics y las enfermedades que nos ocasionan al utilizarlas irracionalmente. Hoy en día casi todas las personas utilizan cualquier tipo de dispositivo electrónico, pero no todos nos damos cuenta que, al utilizarlo demasiado tiempo, estos nos pueden ocasionar enfermedades ya sea psicológicas o físicas.

La adicción por el uso de las TICS se emprende desde los niños, que desarrollan habilidades y destrezas sobre el uso de estas, obteniendo de primera instancia el reconocimiento por grupo de amigos por el uso de los móviles y videojuegos donde desarrollan ciertas habilidades y destrezas que les ayudan en ocasiones a crear grupos de afinidad y pertenencia social.

Esta investigación comprende el estudio de algunas enfermedades que se ocasionan por el uso excesivo de los tics, así como también los daños que ocasionan y alguna sugerencia de prevención hacia esas enfermedades.

2. BRECHA DIGITAL

Un espacio más que tecnología es una forma de vida de los menores de hoy día, donde muchos de los conocimientos no adquiridos en las aulas pasan a formar parte de una cultura integradora social proveniente de las risas, los juegos, el uso y manejos de un sin fin de aplicaciones que le dan destrezas y

habilidades sobres cierto juego y aplicación de entretenimiento y que trae consigo en variadas ocasiones el sentido de pertenencia y aceptación por un grupo al cual se desea o quiere pertenecer.

La brecha digital cada segundo que pasa acorta la distancia entre humano y tecnología puesto que se puede hacer el comparativo entre educación y tecnología, así como uso de las mismas y se puede incluso encontrar que puede haber gente que no sabe leer pero que utiliza las tecnologías como medio de comunicación, entretenimiento, esparcimiento y aprendizaje al mismo tiempo.

3. COMPETENCIA DIGITAL

Una competencia digital debe de reflejar el uso responsable y moderado de las TICs, hacienda de ellas una fuente de información y recursos útiles que facilitan y mejoran la calidad de vida del ser humano.

El uso responsable y con fines positivos puede llegar a ser la gran palanca que ayude a mover el mundo en cada uno de los campos de trabajo y nichos de mercado en que se desenvuelve la sociedad.

Una competencia digital no tan solo refleja el buen manejo y uso de las TICs, si no que una cultura de trabajo y desarrollo, hace a cada uno de los individuos seres humanos con ética y profesionalismo crítico sobre emplear adecuadamente el uso racional de las TICs para lograr objetivos planteados de manera eficaz. La competencia digital debe considerar al menos en cinco ejes importantes que permitan tener el individuo con los pies sobre la tierra sin perder de vista un uso racional y apropiado de las TICs

Ejes de una competencia Digital:

- Manejo, uso y adaptabilidad de las TICs como un recurso
- Entendimiento y poder de selección de la información
- Uso y manejo de datos y aplicaciones que permitan lograr el objetivo buscado.
- Una cultura digital capaz de diferenciar lado humano y lado de tecnologías.
- Las TICs como fuentes generadoras de conocimiento e innovación.

4. EL USO DE INTERNET Y LOS MEDIOS ELECTRONICOS

Pensar que hace algunos años el uso de las tecnologías, el menos para un gran número de Mexicanos era opcional, y algunos incluyéndome nos mostrábamos un poco escépticos y renuentes al uso de las TICs sobre todo como medio de comunicación, hablar de Internet era la novedad de todos los tiempos, aun siendo estudiante de universidad se desconocía en gran parte, hablar de redes sociales, era poco escuchado, no se escuchaba hablar de Facebook, era difícil imaginar que algún día los abuelitos tuvieran un Facebook y hablaran de estos temas, las empresas solo las de gran potencial económico contaban con una publicidad y plataforma en la red de redes, el internet, aún tenían visitantes las bibliotecas que almacenaban físicamente libros, el personaje

central del conocimiento llamado profesor o maestro tenía un gran significado e influencia para la asimilación del conocimiento.

Hoy es muy difícil imaginar una persona que tiene un trabajo y no cuenta al menos con un móvil para comunicarse, sin embargo, aún pueden existir y para ello yo encontré uno, el director de la facultad de matemáticas de la UAGro. Lo expreso porque todos los que ya somos adictos al uso de los móviles nos es muy difícil poder estar al menos unos minutos sin dependencia de estos medios de comunicación, incluso cuando no contamos con este tipo de comunicaciones nos sentimos desprotegidos o como que si nos falta algo.

Actualmente es difícil percibir una empresa de cualquier sector, que no utilice los medios electrónicos como herramienta de trabajo y desarrollo puesto que yo no es una opción. No utilizar las tecnologías como herramienta que coadyuve en lograr los objetivos y metas de cada organización es un punto que deja en desventaja frente a la competencia. Parece motivo de risa, pero hoy la tienda más pequeña de mi colonia ya hace su propaganda por las redes sociales.

Y hoy la biblioteca que solo cuenta con libros impresos difícilmente tiene visitantes, ¿A caso el uso de las TICs nos hace menos lectores, menos pensantes o ha cambiado la forma de adquirir el conocimiento?

Lo cierto es que de acuerdo al nuevo modelo educativo se deja el termino profesor por facilitador.

Haciendo un análisis, el uso de las TICs ha dejado de ser una opción y una moda y cada día que pasa se consagra con mayor grado de importancia creando dependencia y un gran impacto social en todos sus usuarios. Uno de los impactos que preocupa es en la salud. Si el uso irracional e indebido de las TICs ha sido capaz en la actualidad de generarnos padecimientos físicos y psicológicos hoy día, ¿Qué pasara mañana con los que cada día somos más dependientes de estos medios?

Algunas de las preguntas importantes que debemos analizar son:

¿Cómo serán las enfermedades que estarían generando estas TICs, en un periodo, de mediano y largo plazo?

¿Qué tanta dependencia e impacto de las TICs, tendremos los seres humanos para realizar nuestras actividades que nos permitan sobrevivir en este planeta?

¿Cuáles serán las enfermedades para nuestros hijos en un mediano y largo plazo?

5. ENFERMEDADES FISICAS OCASIONADAS POR EL USO IRRACIONAL DE LAS TECNOLOGIAS

SINDROME DEL CUELLO ROTO

De acuerdo a la Doctora Pilar Cuya Martínez [10], jefa del Servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Nacional Arzobispo Loayza en Lima Perú, quien dijo que esta dolencia afecta principalmente a jóvenes, la directora de la sociedad Mexicana de Shiatsu y Medicina Tradicional Oriental, Yuriko Takiguchi Velázquez y de acuerdo a un estudio publicado

en la revista Surgical Technology International[11], indican que este padecimiento surgió hace 5 o 6 años, este síndrome se presenta cada vez más entre los jóvenes, ya que pasan más de 12 horas frente a dispositivos electrónicos, usar tanto tiempo estos dispositivos obliga a mantener mucho tiempo la cabeza inclinada, lo que después ocasiona dolores de cabeza, nuca, cuello, hombros, adormecimiento de muñeca. Ambos explican que las afectaciones van más allá y que las personas pueden presentar cefalea, migraña, pero el problema puede avanzar de manera gradual en diferentes zonas del cuerpo, al grado de generar un desajuste en la columna cervical y producir un dolor en toda la espalda que llega a extenderse hasta las piernas y los pies, porque oprime el nervio ciático y que incluso cuando el dolor es crónico afecta a las extremidades superiores. Es importante hacer conciencia para el uso moderado de la tecnología de tal forma que esta no nos ocasioné enfermedades, una medida para evitar el síndrome de cuello roto es no utilizar por periodos prolongados cualquier dispositivo electrónico, debido a que el uso irracional de las TICs puede llegar a ocasionar enfermedades que afecten nuestra salud.



La mala postura al utilizar los móviles ha generado molestias como son dolor, adormecimientos, principalmente en hombro, codo y cabeza, hoy este tipo de enfermedad según expertos es muy frecuente en la población joven situación que antes no era tan común.

Síndrome del cuello roto Ref. Imagen [10]

TUNEL CARPIANO

Según el portal MedLine Plus y el Doctor Henry Leño [12], médico cirujano, el síndrome del túnel carpiano ocurre cuando el nervio que va desde el antebrazo hasta la mano, se presiona o se atrapa dentro del túnel carpiano, a nivel de la muñeca, causando entumecimiento, dolor, hormigueo y debilidad en la mano afectada, el uso prolongado e irracional de ciertas herramientas como el mouse, el teclado o el celular utilizado mucho tiempo ocasiona el túnel carpiano. Es muy importante hacer conciencia del uso irracional de las tecnologías teniendo en mente que esto puede ocasionar problemas de salud.



El síndrome del túnel carpiano es una compresión del nervio conocido como mediano, quien es responsable que se tenga sensibilidad en la mano, los síntomas son dolor, adormecimiento en los tres primeros dedos de la mano, en situaciones severas hasta el codo y pérdida de fuerza en la mano.

Síndrome del túnel Carpiano Ref. Imagen [17]

SINDROME DE VISION POR COMPUTADOR

De acuerdo a los estudiantes de pregrado de medicina de la universidad CES en la ciudad de Medellín Colombia [13], en un artículo publicado en la Revista CES de Salud Pública, ellos dicen que hay aproximadamente un 50% de hogares que tienen en casa una computadora en la ciudad de Medellín Colombia, y que la mayoría de personas que utiliza esta tecnología, presentan síntomas visuales como: irritación ocular, ardor, visión borrosa, epifora, prurito y ojo rojo; que en conjunto con otros síntomas menos frecuentes dan lugar al síndrome de visión por computador (SVC), los síntomas que principalmente se asocian a este síndrome son: dolor de cabeza, visión borrosa, ojo seco, cervicalgia o dolor cervical y dolor de hombros, una forma de evitar este síndrome es utilizando lentes adecuados para la pantalla de la computadora, con distancias específicas, una parte inferior para la vista del teclado y una parte superior para la vista de la pantalla de la computadora.



Una de las consecuencias que podría tener el uso desmoderado e irracional de la tecnología es la Cervicalgia que causa un dolor cervical, y si este es recurrente puede también llegar a generar dolor de cabeza y dolor de espalda lo cual se convierte en severamente debilitante y hace que las actividades realizadas sencillas de manera cotidiana sean dolorosas e incómodas.

Cervicalgia Ref. Imagen [16]

6. ENFERMEDADES PSICOLOGICAS OCASIONADAS POR EL USO IRRACIONAL DE LAS TECNOLOGIAS

SINDROME DE LA VIBRACION FANTASMA

El profesor de Neurología de la universidad de Maryland, Jack Tsao,[1] y la consultora TechHive [2] hizo una recopilación de los trastornos psicológicos más comunes entre los usuarios de Internet, sostienen que el cerebro interpreta las señales del móvil como partes del cuerpo y que por este motivo, las "vibraciones fantasma" serían percibidas aun en ausencia del teléfono. Este síndrome es muy común ya que a muchos nos ha pasado que, sentimos que alguien nos ha mandado un mensaje o que nos están llamando, pero en realidad no, una forma de evitar este síndrome es utilizar el celular de forma moderada y haciendo conciencia del uso de las TICs.

EFFECTOS PSICOLÓGICOS DE LA EXCLUSIÓN SOCIAL EN TORNO AL USO DE LAS TICs

De acuerdo a un artículo publicado en la Revista Electrónica de Psicología Política Año 9 N° 27 el Dr. En psicología Cruz García Lirios, [3] habla que lejos de especializar la formación educativa en torno a las TIC, los estudiantes parecen incrementar sus

habilidades de uso de internet, principalmente las redes sociales en torno a la compra y venta de productos y servicios. En el caso de México, la política económica parece incidir directamente en la política educativa al deslindar al Estado de su responsabilidad de inversión en el sector educativo y justifica la implementación de un mercado educativo que crece desmesuradamente reproduciendo el conocimiento y haciendo más dependiente al país de los avances científicos y tecnológicos de los países desarrollados centrales. La consecuencia psicológica fundamental de la estructura de dependencia es la hipermetropía reflejada en la percepción de eficiencia en torno al uso de las TIC, internet y las redes sociales.



Hoy día es muy frecuente y casi a la mayoría nos ha ocurrido que sentimos la sensación que vibra nuestro dispositivo móvil cuando esto no es verdad, a esta eventualidad se le conoce como el síndrome de la vibración fantasma y sin lugar a duda cada día es más común en la mayoría de los que usamos un móvil.

Síndrome de la vibración Fantasma Ref. imagen [18]



El uso des0.moderado a irresponsable de las TICs provoca situaciones de aislamiento y exclusión del medio y la sociedad, generando así mismo reacciones de apatía y desinterés sobre un ambiente de inclusión social.

Exclusión Social por uso excesivo de las TICs Ref. imagen [18]

DEPRESION AL FACEBOOK

Gwenn O'Keefe [5] , pediatra de la Academia de Pediatría de Estados Unidos en Boston Y Megan Moreno, especialista en medicina para adolescentes de la Universidad de Wisconsin, aseguran que los adolescentes son potenciales candidatos para caer en depresión causado directamente por el uso de Facebook. El experto declaró que son especialmente vulnerables las personas con problemas de autoestima, ya sea alta o baja, pero éstos últimos tienen más probabilidades de ser afectados. El estudio llegó a la conclusión que los usuarios podrían sentir inferioridad si no tienen la misma cantidad de amigos, comentarios, mensajes y visitas en su muro que sus contactos. Además, el hecho de observar fotos de otras personas en situaciones felices, con muchos amigos, etc., mientras el observador no está en la misma situación, podría causar malestar, baja autoestima, envidia, inconformidad e infelicidad.

Sin lugar a duda las adiciones a las redes sociales siendo Facebook una de estas y las más utilizada hoy día, ha generado un sin fin de efectos secundarios que impactan la actitud, comportamiento y en ocasiones hasta la salud emocional, física y mental de cada individuo. Varios estudios han relacionado la adición o dependencia de las redes sociales con aislamiento de las personas, depresión, e inestabilidad emocional.

Un enfoque que se puede analizar es que la poca o baja autoestima de las personas en ocasiones inhibe el poder relacionarse físicamente y crear vínculos de amistad o aceptación y es por ello que recurrir al escenario virtual como refugio y comodidad, es considerada una buena opción, puesto que se está en una zona de confort donde pueden sentirse cómodos consigo mismo. Este enfoque estaría considerando que las personas con baja autoestima pudiesen tener mayor probabilidad de adición a las redes sociales como Facebook.

Otro enfoque que puede analizarse es que varios de estos comportamientos, actitudes y efectos de los adictos a las redes sociales pueden considerarse una consecuencia de estas mismas.

Es importante considerar que existe formas de pensamiento que justifican, que hacer el uso o el ser adicto a las redes sociales no es un aislamiento, sino todo lo contrario.

Variables como son depresión, autoestima son objeto estudio realizado por Herrera M., Pacheco M., Palomar J., & Zavala D. [20], consideran que las personas adictas a las redes sociales especialmente Facebook, tienen mayores probabilidades de ser depresivos, poseer una baja autoestima, así como también tener mayor dificultad para poder generar lasos afectivos o de relación de calidad tanto con amigos como con los familiares, también analizan que las personas adictas al Facebook presentan mayor dificultad para hablar en público. Argumentan que las personas adictas a las redes sociales que poseen una baja autoestima, tienen una percepción propia devaluada de su físico e intelecto; también mencionan que este tipo de personas tienen mayores probabilidades de ser indefensos patológicamente; así como tener una percepción deteriorada ante determinadas situaciones y eso les ocasiona estrés en sus relaciones interpersonales. Es importante considerar que, por Herrera M., Pacheco M., Palomar J., & Zavala D. [20], consideran una persona adicta al Facebook a aquella que pasa 4 horas o más por día en dicha red social.



La depresión al Facebook es un trastorno que puede ser ocasionado por la dependencia de sentirse bien por la cantidad de amistades o relaciones, buenos comentarios y aprobaciones que se reciben del Facebook.

Depresión al Facebook

CIBERCONDRIA

Dr. PÉREZ SOLÍS pediatra del Hospital San Agustín, Avilés, Asturias público en un artículo llamado Internet y la información sobre la salud: información sin filtro [6]. El Dr. Luis Risco director de la psiquiatría del hospital clínico de la universidad de Chile y la psiquiatra de la clínica los condes Lina Ortiz [7] afirman que esta enfermedad psicológica consiste en aquellas personas que se encuentran enfermas y buscan sus síntomas en páginas de

Internet, ya que un paciente puede exponerse a una avalancha de datos sobre distintas enfermedades, muchas de ellas graves, lo cual puede generar ansiedad y sentimiento de enfermedad, otras personas buscan en internet medicamentos de acuerdo a los síntomas que tienen y se auto medican, mas no saben que esto puede ser muy peligroso para su salud.



la Cibercondria es la necesidad compulsiva de buscar en internet la solución a síntomas de alguna enfermedad experimentada y auto medicarse, antes de ir con un experto de la salud .

Cibercondria

NOMOFOBIA

Francisca López Torrecilla [8], experta en adicciones y directora del departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico de la Universidad de Granada (UGR) y un artículo publicado por el *Dr. Sasot* y el psicólogo Carles Patris [15] explican sobre la enfermedad de hoy en día, la NOMOFOBIA, se trata de un trastornó que sufren las personas al estar sin teléfono móvil. En una encuesta en reino unido en 2011, donde el 61% en hombres y 70% en mujeres, sufren estrés, angustia, pánico o ansiedad al apagar sus teléfonos celulares o al no tenerlos con ellos. El término nomofobia se define como aquel miedo irracional a salir de casa sin el teléfono móvil. Un estudio realizado por el Reino Unido en el año 2011, manifiesto que más de la mitad de la muestra sufrían ataques de ansiedad al perder el teléfono o cuando se quedaban sin batería o cobertura. Hoy día los niños son cada vez más precoces cuando tienen su primer teléfono. En algunas ocasiones es por un simple capricho o porque es el único de la clase que no tiene uno. En otras es debido a una decisión de los propios padres para poder localizar a sus hijos con mayor facilidad. Lo que queda claro es que el problema principal son los límites que tienen a la hora de usarlos. Si dejamos que tengan acceso ilimitado es más posible que se pueda generar una dependencia. Por tanto, la mejor opción es combinar los ratos que los niños se pasan delante de una pantalla ya sea en la televisión, el móvil, la tableta o el ordenador con juegos didácticos y otros tipos de actividades que no tengan nada que ver con la tecnología.

Lo que hace algunos ayer se contaba como un chiste ahora es una realidad que nos ha alcanzado, y es esa dependencia que tenemos hacia el uso de la tecnología de en todo momento en todo lugar, que hasta en momentos como, comer, bañar o ir al baño no podemos hacerlos sin estar haciendo uso de esta.



La ansiedad irracional y miedo que se genera al no contar con un móvil, y que hoy día es muy frecuente ha generado trastornos emocionales y es conocida como nomofobia.

Nomofobia Ref. imagen [21]

ADICCION A LAS TICS

Dr. Jaume Eroles, psiquiatra explica la influencia de las TIC [9] y en un artículo publicado por Echeburúa, Enrique [14], explican que en nuestro día a día, según la organización mundial de la salud, la adicción es una enfermedad física y psicoemocional, que la mayoría de los jóvenes tienen una adicción a las TICs y con consecuencias a la salud, en lo familiar, en lo social, escolar o laboral. Las tecnologías de la información y de la comunicación están llamadas a facilitarnos la vida, pero también pueden complicarla. En algunas circunstancias, afectan sobre todo a adolescentes, Internet y los recursos tecnológicos pueden convertirse en un fin y no en un medio. Si hay una obsesión enfermiza por adquirir la última novedad tecnológica (por ejemplo, en móviles o en soportes de música) o las TIC se transforman en el instrumento prioritario de placer, el ansia por estar a la última puede enmascarar necesidades más poderosas. Es muy común ver personas muy desesperadas o hasta estresadas por el simple hecho de estar sin su celular.



La dependencia hacia a las TICs cada día transcurrido ha ido generando una adicción que ha pasado del uso racional y productivo a un empleo desmoderado e irracional en ocasiones hasta con consecuencias de salud física y psicología.

Dependencia de las TICs

7. CRITICA Y ANALISIS

Las redes sociales han sido una forma muy eficaz de comunicación que han roto con los esquemas y paradigmas de socialización puesto que ha logrado comunicar a los seres humanos alrededor del mundo sin importar color, creencia, idioma y mucho menos distancia geográfica.

Estas redes han traído una nueva forma de interacción entre los seres humanos tal que han impactado en la mayoría de las actividades que realizamos en algunos casos de manera positiva y visto desde otros enfoques también han impactado de manera negativa en la sociedad, entre otras áreas principalmente la salud desde el punto de vista psicológico, creándole adicciones al uso impulsivo de las mismas; así como generando y desencadenando cambios de comportamiento, conducta y estados de ánimo algunos de ellos depresivos y negativos.

El uso irracional e impulsivo de las redes sociales además de los trastornos y desequilibrios psicológicos también están ya generando y ocasionando problemas físicos de salud que hoy día ya nos empiezan a afectar.

Es muy importante hacer un juicio crítico que permita implementar las medidas pertinentes que puedan hacer conciencia para hacer uso de ellas de una forma responsable y con el sentido de utilidad positiva en nuestras vidas; así como generar las herramientas y cultura necesaria para disminuir ese grado de vulnerabilidad que a medida que crecen las tecnologías también se incrementa por igual o mayor.

8. CONCLUSIONES

A lo largo de la investigación se logró encontrar que actualmente hay diferentes tipos de enfermedades que nos ocasionan las TICs, ya sea psicológicas o físicas ya que hoy día la mayoría de las personas utilizan demasiado tiempo algún dispositivo electrónico.

Se debemos de tomar conciencia y cuenta de las enfermedades que ha, y en variadas situaciones es por utilizar las TICs de una forma irracional y no responsable, anteriormente no había tantos niños que utilizaran lentes, hoy casi la mayoría de los niños utilizan lentes, porque ahora se le da un celular o una Tablet para entretenerlo, ahora mucha de la población le pone más atención a cualquier dispositivo electrónico que a su familia o a su pareja o incluso a tal grado hemos llegado que estamos comiendo y con el celular en mano.

Señores hay que darnos cuenta que, si seguimos así, que nos espera en un espacio a mediano y largo plazo, que enfermedades nuevas van a surgir por el uso de las tics, hay que tomar conciencia y darnos cuenta que el uso de las tics en un uso desmedado nos está generando varias enfermedades físicas y psicológico.

REFERENCIAS

- [1] Tsao, J. (14 de agosto de 2012). *Enfermedades relacionadas con la tecnología*. febrero 15, 2016, de blogspot Sitio web: <http://enfermedadestecnologicasnticx.blogspot.mx/>
- [2] TechHive. (17 oct 2013). *Ocho nuevas enfermedades psicológicas causadas por Internet y los móviles*. 12 enero 2016, de RT Sitio web: <https://actualidad.rt.com/sociedad/view/108759-nuevas-enfermedades-psicologicas-internet-moviles>.
- [3] Garcia, L.. (marzo de 2012). *Efectos psicológicos de la exclusión social en torno al uso de las Tecnologías de Información y Comunicación como política educativa neoliberal. Análisis de los factores sociodemográficos y eficiencia de uso de internet*. marzo 17, del 2016, de Revista Electrónica de Psicología Política Sitio web: http://www.psicopol.unsl.edu.ar/abril2012_notal.pdf
- [4] Herrera, H., Maria, F., Pacheco, M., Lever, P., Zavala, A.. (enero-junio, 2010). *La Adicción a Facebook Relacionada con la Baja Autoestima, la Depresión y la Falta de Habilidades Sociales*. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, 18, pp. 6-18.
- [5] O'Keeffe, G.. (marzo 28, 2011). *Según expertos, Facebook puede provocar depresión en adolescentes y adultos*. marzo 1, 2016, de PcWorld Sitio web: <http://www.pcworld.com.mx/Articulos/12317.htm>
- [6] Pérez, S.. (2007). *Internet y la información sobre la salud: información sin filtro*. marzo 23, 2016, de Sociedad de Pediatría de Asturias Sitio web: http://www.sccalp.org/boletin/200/BolPediatr2007_47_149-153.pdf
- [7] Risco, L., Ortiz, L.. (Julio 8, 2012). *Cibercondría: Hipocondríacos 2.0*. abril 12, 2016, de Revista Domingo Sitio web: http://www.psicologos.org.uy/rss/rss_2012-07-08-EIPais-Cibercondria%20hipocondriacos%2020.pdf
- [8] López, F.. (marzo 23, 2012). *Nomofobia*. marzo 2, 2016, de La Razon. es Sitio web: http://www.larazon.es/historico/6785-nomofobia-la-enfermedad-que-quizas-padece-y-no-lo-sabe-MLLA_RAZON_436328#.Ttt1UWvb0n9m0ET
- [9] Eroles, J.. (noviembre 27, 2014). *TIC: Las nuevas adicciones*. abril 12, 2016, de La vanguardia Sitio web: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.lavanguardia.com/salud/psiquiatria/20141127/54420791908/tic-nuevas-adicciones-salud.html&gws_rd=cr&ei=hZ9ZV6zrNsz_UpmatoAJ
- [10] Martinez, p.. (septiembre 5, 2015). *Mala postura al usar celulares provoca en jóvenes "síndrome del cuello roto"*. marzo 5, 2016., de Andina Sitio web: <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-mala-postura-al-usar-celulares-provoca-jovenes-sindrome-del-cuello-roto-573813.aspx>
- [11] Velazquez, Y., Shiatsu.. (junio 30, 2015.). *Usar móviles en exceso podría provocarte el síndrome de cuello roto*. febrero 27, 2016., de Revista Surgical Sitio web: <http://lopezdoriga.com/tag/cuello/>
- [12] Leño, H.. (Mayo 11, 2015.). *Tecnopatías, enfermedades tecnológicas de hoy*. Marzo 14, 2015., de Hechos y Crónicas Sitio web: <http://www.revistahyc.com/index.php/entretenimiento/tecnologia/item/939-tecnopatias-enfermedades-tecnologicas-de-hoy>
- [13] Echeverría, S., Giraldo, D., Lozano, L., Mejía, P., Montoya, L., Vazquez, E.. (Julio- Diciembre, 2012.). *Síndrome de visión por computador: una revisión de sus causas y del potencial de prevención*. 4 de Marzo, 2016, de CES Salud Publica Sitio web: <file:///C:/Users/UAGRO/Downloads/Dialnet-SindromeDeVisionPorComputador-4163389.pdf>
- [14] Echeburúa, Enrique; de Corral, Paz. (2010). *Adicción a las nuevas tecnologías y a las redes sociales en jóvenes: un nuevo reto*. *Adicciones*, 22, pp. 91-95
- [15] Sasot, Carles P.. (julio 22, 2014). *Nomofobia*. abril, 2016, de TopDoctors Sitio web: <http://www.topdoctors.mx/articulos-medicos/nomofobia>
- [16] Eva Tello Cardoso . (2013). *CERVICALGIA*. 04/10/2016, de FISIOTERAPIA Sitio web: <http://www.fisioterapiaetc.com/cervicalgia/>
- [17] Pablo Codesido. (2012). *Tunel Carpiano*. 04/10/2016, de Quiron Sitio web: <https://drpablocodesido.com/tag/tunel-carpiano/>

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- [18] Carlos Miguel López. (2014). *VIBRACION FANTASMA*. 05/10/2016, de SOLUCIONES Sitio web: <http://solucionepc.blogspot.mx/2014/02/vibracion-fantasma.html>
- [19] José Francisco Avila de Tomás. (2011). *ENSAYO ESALUD ESPAÑOLA*. 05/10/2016, de Grupo de nuevas Tecnologías Sitio web: <https://nuevatecsomamfyc.wordpress.com/2011/09/19/nuevas-tecnologias-y-exclusion-social/>
- [20] Herrera M., Pacheco M., Palomar J., & Zavala D. . (1, Junio 2010). *La Adicción a Facebook Relacionada con la baja autoestima, la depresión y la falta de habilidades sociales*. Sistema de Información Científica Redalyc, 18, pp. 6-18.
- [21] J. C. Mejía. (2012). *Nomofobia, ansiedad irracional por estar sin el celular*. 09/10/2016, de Marketing Digital y Social Media Sitio web: <http://www.juanmejia.com/marketing-en-dispositivos-moviles/nomofobia-ansiedad-irracional-por-estar-sin-el-celular-test-para-saber-si-la-sufre/>



PREPARACIÓN DEL AULA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS TICs en LA FACULTAD DE INGENIERÍA-UAGro

M.C. Valentín Alvarez Hilario
UAGro.
C.U. Sur, Ingeniería
AV. Lázaro Cárdenas S/N
Chilpancingo, Gro., México
Valentin_ah@yahoo.com

M.C Felix Molina Angel
UAGro.
C.U. Sur, Ingeniería
AV. Lázaro Cárdenas S/N
Chilpancingo, Gro., México
molina@uagro.mx

M.C Edgardo Solís Carmona
UAGro.
C.U. Sur, Ingeniería
AV. Lázaro Cárdenas S/N
Chilpancingo, Gro., México
esoliscr@hotmail.com

RESUMEN.

En el presente artículo se detalla una investigación a cerca de la implementación de un aula digital en la Unidad Académica de Ingeniería (UAI), esto, con la finalidad de estudiar a cierta parte de la población docente y estudiantil para analizar la viabilidad de incorporar esta tecnología en las aulas como nueva herramienta de aprendizaje, comienza con una pequeña introducción del significado de aula digital, su utilización y beneficios, nos remontamos a sus antecedentes para conocer los primeros pasos que dio la tecnología digital en el mundo, pero, principalmente en México. Se realiza una revisión de las aulas para conocer la tecnología actual con la que cuentan los docentes para impartir las clases y también de las condiciones del inmobiliario.

Una vez analizando los resultados, se da una propuesta de implementación de aula digital en la UAI basándose en la investigación realizada (como ya se mencionó) a cierta parte de la población docente y estudiantil.

Área temática.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Ingeniería en computación, tecnologías de la información y comunicación.

Palabras clave.

Aula digital, investigación, implementación.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de las TIC (Tecnología de Información y Comunicación) en el ámbito educativo es un punto clave para mejorar significativamente los resultados del proceso enseñanza-aprendizaje y basándonos en las teorías constructivistas y el modelo por competencias, así como el desarrollo de habilidades, nos permitirán que tanto docentes como alumnos obtengan grandes beneficios de su uso.

La implementación de estas herramientas tecnológicas nos permitirá llevar de una forma más dinámica la teoría y la práctica en un aula. La práctica nos transportará a un medio donde se pueda experimentar, probar, conocer más allá de la información obtenida en un aula.

Por tal razón, es importante preparar el aula de clase para implementar las TICs para fomentar el aprendizaje de una manera integral y acorde a las necesidades tanto de los estudiantes como de los docentes que facilitan el aprendizaje.

Las aplicaciones como simuladores, videojuegos, etc. refuerzan el aprendizaje adquirido para aterrizar en un contexto real.

Al implementar un aula con tecnología digital en la UAI al docente le permitirá interactuar más con el educando abordando los temas del curso de una manera sencilla y práctica, permitiéndole al alumno captar de una forma rápida y continua el conocimiento que se desea inculcar.

Pero, ¿Están preparados los docentes y alumnos de la unidad académica de ingeniería para adoptar esta tecnología en sus aulas?

1.1 Justificación.

La tecnología ha sido un factor que ha provocado un incremento en el desarrollo de la vida de los seres humanos, una de las características más importantes en la actualidad es el fácil intercambio de información que se da a diario en millones de personas lo cual estimula el flujo de aprendizaje por este medio.

Lo tecnología cada vez avanza a pasos agigantados, la importancia de aplicarla y utilizarla en el aula de clases, forma ya parte esencial de la educación y el desarrollo del conocimiento, este, es parte fundamental del alumno que le permitirá desarrollarse en su ámbito profesional para que pueda competir en su entorno laboral una vez que sea egresado de la institución.

Para que esto se lleve a cabo, lo primordial es conocer la opinión del personal docente y el alumnado a través de encuestas, entrevistas y opiniones pues ya que son ellos los que utilizarán y adoptarán estas herramientas como parte del desarrollo educativo en las aulas.

Si los docentes primeramente están preparados para afrontar los nuevos retos en la nueva forma de preparar e inducir a los estudiantes en el aprendizaje, entonces lograremos que esto se facilite y logren los conocimientos acordes a lo planeado por el docente.

1.2 Objetivos generales.

La presente investigación tiene como objetivo conocer la opinión de los docentes y el alumnado de la UAI acerca de la propuesta de la implementación de un aula digital, así mismo, dar a conocer las características con las cuales cuentan este tipo de aulas, identificar los medios digitales con los que actualmente cuenta la UAI para dar a conocer una propuesta de la implementación de un aula con tecnología digital y así se pueda preparar el aula acorde a las necesidades reales.

1.3 Objetivos específicos.

- Conocer las características de un aula digital.
- Identificar las características de los salones de clases actuales en la unidad académica de ingeniería.
- Identificar los medios digitales con los que cuenta actualmente la UAI.
- Realizar encuestas a los docentes y alumnos de la UAI para conocer la viabilidad de la implementación del aula digital.
- Propuesta de implementación de un aula digital en la UAI.
- Preparar el aula para la implementación de las TICs

2. TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL AULA

En la actualidad los estudiantes crecen rodeados de tecnología digital a la que tienen acceso a través de sus hogares, colegios, centros comerciales, oficinas, etc. Esto ha conducido a que la conozcan, la dominen y emprendan actividades cada vez más complejas. Esta fortaleza de la generación Net, como se le llama, requiere de los maestros una forma diferente de ver la educación

porque exige replantear: **qué** enseñar, **cómo** hacerlo y con **qué** herramientas. En definitiva, implica cambiar los viejos paradigmas pedagógicos para incorporar la nueva tecnología al salón de clase basados en el hecho de que por primera vez los estudiantes cuentan con nuevas y poderosas herramientas para investigar, analizar y comunicarse, y en el profundo cambio que se está dando en las relaciones maestro –alumno[4].

2.1 ¿Qué es un aula digital?

Es un entorno de aprendizaje y producción de conocimiento, ampliable y participativo. Cuenta con dispositivos electrónicos que permiten realizar sesiones de trabajo en régimen de multisesión abierta, entre varios usuarios, que pueden intercambiar y comparar contenidos muy diversos.

El aula digital es una herramienta de innovación:

- En la actividad pedagógica
- En el aprendizaje
- En la comunicación e intercambio “Relacional” de documentos e información entre los miembros de la comunidad académica.
- En la forma colaborativa de producir conocimiento [3].

2.1.1 Beneficios del aula digital

- Proporcionan herramientas a los docentes que le permiten diseñar estrategias innovadoras y acordes con los intereses de los estudiantes, llevándolos a desarrollar habilidades en la competencia a adquirir y que adicionalmente les posibilitan enfrentarse al mundo laboral y productivo.
- Con el uso de esta, se logra que los estudiantes tengan una mayor motivación en clase, lo cual genera que comprendan mejor los conceptos trabajados y por tanto que participen activamente en la misma.
- Impulsa el trabajo colaborativo.
- Fomenta el mejoramiento en el proceso enseñanza-aprendizaje

2.2 Antecedentes: la tecnología digital en el aula.

En la década de los ochenta, el uso de las computadoras en la escuela se ha extendido no sólo en los Estados Unidos sino en Europa. Sin embargo, los maestros no están tranquilos, unos piensan que es un medio excesivamente complejo, otros sienten desconfianza. Surge el mito de que es necesario saber programación y se produce un distanciamiento entre los maestros y las computadoras. Los pocos resultados publicados sobre el uso de la computadora en las escuelas, muestran que se dio un fenómeno doble: los centros educativos de clase media-baja utilizaban la computadora con programas educativos que eran dados con la computadora, mientras que los centros de clase media-alta se distinguieron por el interés en programar.

En 1979, Francia pretendía dotar con 10,000 microcomputadoras a las escuelas de enseñanza media en un plazo de cinco años. La razón de ser de este plan estaba basada en una estrategia que

pretendía incorporar el aprendizaje de la tecnología informática en las escuelas, para responder a las demandas reales de empleo en esta rama, debido a que la proporción de tareas relacionadas con informática en ese país era de las más altas del mundo.

En 1982 se había alcanzado ya la dotación de 5,000 computadoras y el programa se intensificó. Para 1985, la meta era llegar a 120,000 equipos. Experiencias similares ocurrieron en Estados Unidos, Canadá, Gran Bretaña, Israel y Japón. Sin embargo, se conoce poco de los resultados de la mayoría de estas experiencias y da la impresión de que los gobiernos de muchos países parecen preocuparse más por la "informatización" de la enseñanza - caracterizada por la incorporación de los equipos de cómputo en las escuelas, motivados por el arquetipo de la moda que por el analfabetismo y el fracaso escolar, sobre todo cuando se trata de países que no tienen una demanda real de empleo en este campo.

En los últimos diez años: Durante la década de los noventa se desarrollaron los sistemas operativos con ambientes gráficos y los programas de aplicación dirigidos principalmente al procesamiento de textos, al cálculo matemático mediante hojas electrónicas, al manejo de bases de datos y los sistemas multimedia capaces de incluir imágenes, sonido, vídeo.

En las últimas dos décadas, en forma paralela al desarrollo de la informática, también se han elaborado programas computacionales para la enseñanza. En una primera categoría, encontramos los programas de ejercicios y prácticas que han tenido como principal propósito, auxiliar al maestro en las actividades monótonas y tediosas dirigidas al aprendizaje de habilidades específicas, sobre todo en matemáticas, como por ejemplo, la mecanización de la suma, la resta, la multiplicación y la división; o en el caso de la lengua, la separación silábica y las reglas de acentuación.

Otros programas tienen una función demostrativa y suelen limitarse a presentar información para ilustrar conceptos que el alumno ha aprendido previamente. También existen programas que simulan fenómenos y situaciones que de otra manera no estarían al alcance de los alumnos, como por ejemplo, el funcionamiento de un reactor atómico o procesos relacionados con la industria o experimentos peligrosos o costosos. Para los alumnos más jóvenes, se han desarrollado los llamados juegos educativos, que presentan actividades lúdicas. La evaluación educativa no ha quedado de lado y también existen programas para aplicar exámenes.

En el campo de la teleinformática, en 1965 se logró conectar una computadora en Massachussets con otra en California a través de una línea telefónica. De estos experimentos se derivó el proyecto ARPANET en 1967, y para 1972 ya estaban conectadas varias computadoras y comenzaron a desarrollarse nuevas aplicaciones como el correo electrónico. El crecimiento de ARPANET desembocó en lo que hoy se conoce como

INTERNET, que fue establecida como una tecnología para dar soporte a la comunicación de datos para la investigación en 1985 y hoy interconecta decenas de miles de redes de cómputo en todos los continentes y en el espacio exterior. Recientemente, INTERNET también se ha convertido en uno de los recursos tecnológicos vinculados con la escuela.

En México Los primeros indicios del uso de computadoras en la educación datan de 1978. La Academia de la Investigación científica daba los primeros pasos para que los niños usaran las computadoras mediante su programa "Domingos en la Ciencia". En la Universidad Nacional Autónoma de México, la Secretaría de Educación Pública, el Instituto Politécnico Nacional y la Fundación Arturo Rosenblueth existían grupos de investigación que se dedicaban a estudiar la interacción de los niños con las computadoras. Las expectativas de que el empleo estuviera fuertemente orientado hacia la tecnología informática, impulsaron a algunos países a instalar una gran cantidad de computadoras en las escuelas. En México, las aspiraciones que se tenían para utilizar las computadoras en el ámbito educativo se tornaron más reales a partir de 1984, cuando fue posible adquirir computadoras personales a precios razonables. Ese año, se llevó a cabo el "Primer Simposio Internacional La Computación en la Educación Infantil" en México, organizado por la UNAM y la Academia de la Investigación Científica.

En un segundo momento (1985-1990), la SEP encomendó al ILCE (Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa) el desarrollo de un modelo pedagógico y la dotación de computadoras para las escuelas públicas, así como el desarrollo de programas educativos. En 1986 se inició el proyecto COEEBA-SEP (Computación Electrónica para la Educación Básica) en su etapa experimental y que tenía como objetivo la instalación de 30,000 computadoras para ser usadas en los grupos de tercero de secundaria, con dos modalidades: como apoyo didáctico en el salón de clases y para la enseñanza del LOGO y el BASIC. En octubre de ese año, se definieron los modelos para el desarrollo de programas educativos para las áreas de: español, Matemáticas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.

En 1990, el ILCE había terminado la investigación para el diseño de un modelo pedagógico para el uso de la computadora en primaria y lanzó una convocatoria para el Concurso Nacional de Guiones para Programas Educativos Computacionales, Más tarde, en 1994 la SEP introdujo en los Programas de Secundaria la asignatura "Educación Tecnológica en Computación". Por su parte, la UNAM incorporó para el primer año de Preparatoria la materia de "Informática".

A partir de 1996, el Gobierno Federal apoyó el establecimiento de aulas con infraestructura de cómputo y telecomunicaciones y así nació "Red Escolar". Actualmente, el modelo educativo de Red Escolar es la educación a distancia mediante programas de televisión y el uso de computadoras conectadas en red. La

señal de televisión se distribuye a través de EduSat y la red de computadoras está conectada a través de Internet.

En los últimos años, con la introducción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los centros, han ido apareciendo nuevas herramientas más potentes y con un mayor uso didáctico. Es el caso de los **vídeos** y, sobre todo, de los **ordenadores**. A pesar del éxito obtenido entre el alumnado, a un amplio sector del profesorado le está costando utilizarlos de forma regular, entre otras cosas, porque rompe el modelo clásico de transmisión del conocimiento que hasta ahora se basaba fundamentalmente en la palabra, los libros, el cuaderno y la pizarra. Ahora las TIC nos presentan una nueva forma de transmitir conocimiento y a la vez de aprender.

Casi sin darnos cuenta empezamos a observar que en los centros y en las aulas están apareciendo aparatos e infraestructuras que no hace mucho nos eran totalmente desconocidos. Ya empezamos a familiarizarnos con alguno de ellos, como es el caso de los ordenadores, las impresoras o los puntos de red. Todo el mundo ha oído hablar de Internet y empiezan a sonarnos palabras como cañón o proyector multimedia, Wi-Fi, redes inalámbricas, etc. Esto significa que las aulas se van transformando, poco a poco, en **aulas digitales**. Las denominamos así porque todos estos artilugios proceden del mundo digital o electrónico [6].

2.3 TICs en la educación.

Si bien es cierto que las TIC han impactado en todos los ámbitos de la sociedad y a todas las profesiones, no es menos cierto, que paradójicamente, donde mayor resistencia se ha dado es en el ámbito Educativo, donde se tiene como principal misión el preparar a los niños y adolescentes para vivir y ser productivos en la sociedad, en la que cada vez están más presentes las TIC.

Ya desde 1986, se viene planteando que las TIC requieren un nuevo tipo de alumno. Alumno más preocupado por el proceso que por el producto, preparado para la toma de decisiones y elección de su ruta de aprendizaje. En definitiva preparado para el autoaprendizaje, lo cual abre un desafío al sistema educativo, preocupado por la adquisición y memorización de información, y la reproducción de la misma en función de patrones previamente establecidos. En cierta medida estos nuevos medios, reclaman la existencia de una nueva configuración del proceso didáctico y metodológico, donde el docente no es el dueño de la información y el conocimiento, y el alumno no sea únicamente receptor de informaciones.

Además, la utilización de las TIC en las instituciones educativas, en muchos casos, se convierte en la única alternativa para aquellos que no tienen acceso a ellas en el ambiente familiar, lo cual es un elemento de justicia social.

Las TIC en educación se pueden emplear de tres maneras: como objeto de aprendizaje, como medio para aprender y como apoyo al aprendizaje.

- Actualmente es normal considerar las nuevas tecnologías como objeto de aprendizaje. Desde esta óptica se busca que los alumnos se familiaricen con el computador y adquieran las competencias necesarias para hacer del mismo un instrumento útil a lo largo de los estudios, en el mundo del trabajo o en la formación continua cuando sean adultos.

- Las TIC son utilizadas como un medio de aprendizaje cuando son una herramienta al servicio de la formación. Bajo este enfoque todos los recursos y herramientas tecnológicas se usan para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje.

- Donde las TIC encuentran su verdadero sitio en la enseñanza es como apoyo al aprendizaje. Las tecnologías así entendidas se hayan pedagógicamente integradas en el proceso de aprendizaje, tienen su sitio en el aula, responden a unas necesidades de formación más proactivas y son empleadas de forma cotidiana.

Lo que caracteriza a las TIC, dándole un alto potencial como herramientas en el proceso educativo, es:

- Su carácter de interactividad tanto de los usuarios con los programas y máquinas, así como con otros usuarios.
- Su carácter multimedia, que permite presentar la información de una manera más llamativa, amigable y agradable apoyándose en el uso de texto, imagen, animaciones, sonidos, videos y la realidad virtual, facilitando el entendimiento de lo que se presenta.
- La estructura hipermedia y reticular que permite un acceso a la información de manera no lineal o secuencial, que aprovechada de manera apropiada ayuda a desarrollar una estructura de pensamiento amplio y distribuido.
- Las formas de establecer la comunicación a distancia muy eficiente y diversa (síncrona y asíncrona).
- Facilita la creación de ambientes de trabajo colaborativo.
- Permite editar y publicar materiales digitales.
- Facilita de acceso a la información.

No cabe duda alguna de que ante esta nueva realidad las instituciones educativas y más aún los docentes deben asumir el reto de prepararse para formar y educar a los niños y jóvenes de la era digital [7].

2.3.1 Metodología de las tics

- a) Mejores y/o nuevos aprendizajes

Se refiere a prácticas con TIC que demuestran ser efectivas ya sea en la enseñanza de asignaturas tradicionales (e.g. matemáticas,

ciencias, lenguaje), o en el desarrollo de nuevas habilidades y competencias relacionadas con la emergencia de Internet y las demandas de la sociedad del conocimiento, llamadas comúnmente competencias siglo XXI. Si bien aún está en discusión cuáles son exactamente estas competencias, hay consenso en que en el plano cognitivo se trata de habilidades de orden superior (i.e. análisis crítico, evaluación, razonamiento, reflexión) que trascienden a las disciplinas tradicionales y que facilitan la resolución de problemas, la creación de conocimientos y el aprendizaje a lo largo de la vida.

b) Cambio o innovación pedagógica

Aquí se busca que las TIC apoyen cambios en las prácticas pedagógicas tradicionales. Desde esta perspectiva una buena práctica de uso de TIC es aquella que no sólo reemplaza prácticas previas sino que contribuye de manera fundamental para un cambio que entrega valor agregado al proceso pedagógico. Comúnmente se espera que el cambio se dé desde un proceso de enseñanza- aprendizaje tradicional centrado en el profesor, hacia un proceso más constructivista centrado en el estudiante. Esto implica un cambio en el rol del profesor y del estudiante, donde el primero adopta el papel de facilitador del aprendizaje y el segundo el papel de sujeto activo del aprendizaje. Se espera además que la integración de las TIC favorezca un cambio en las metodologías, actividades y evaluaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje, desde el trabajo individual y basado en la memorización, hacia un trabajo colaborativo y basado en la elaboración personal del conocimiento.

c) Cambio o innovación organizacional

Se espera que las TIC contribuyan al cambio organizacional en dos aspectos. Primero, en mejorar la eficiencia de la gestión escolar y segundo en transformar a los establecimientos escolares en instituciones más modernas.

El primer cambio se busca en tres niveles:

- Sistema educativo: relativo a los procesos de recolección, monitoreo y análisis de datos sobre establecimientos escolares y estudiantes del sistema central; así como los procesos de intercambio de información entre administración central y administración local.
- Establecimiento educativo: relativo a las actividades de organización, desarrollo profesional y comunicación de docentes y directivos, y comunicación entre escuela y hogar.
- Sala de clases: relativo a los procesos de organización e implementación del currículum, estrategias de enseñanza y aprendizaje y comunicación entre profesor y estudiante.

El segundo cambio se refiere a la búsqueda de que los establecimientos escolares pasen de ser centros cerrados y rígidos

a centros abiertos y flexibles, donde la colaboración entre docentes al interior del mismo establecimiento escolar y con docentes de otros establecimientos, se transforma en una práctica central del desarrollo profesional, y la relación entre el establecimiento educativo y el hogar se vuelve más fluida[2].

2.4 EQUIPAMIENTO DE LA UAI.

a) Aulas. Se cuenta con aulas equipadas con proyectores de video para las sesiones de clases, de diferentes marcas como: Benq (A), Sony (B) y Epson (C). Véase figura 1.

La mayoría de las aulas de clases no cuentan con el acondicionamiento adecuado tanto para el profesor como para el estudiante. Véase figura 2

- Las persianas están dañadas.
- Las sillas de algunas aulas no son las adecuadas para los estudiantes.
- La canaleta del cable que conecta a la energía eléctrica al proyector están dañadas.
- Puertas dañadas y en mal estado.
- El internet inalámbrico es de baja intensidad e inestable.
- No hay aire acondicionado en las aulas de clases.



Figura 1. Proyectores en aulas de la UAI



Figura 2. Persianas, sillas, canaleta y puerta dañada

b) Laboratorios. Actualmente se cuenta con 5 laboratorios de cómputo destinado a satisfacer la demanda de prácticas relacionadas con unidades de aprendizaje básicas de la EFPE (Etapa de Formación Profesional Específica). Además se cuenta

con un laboratorio especializado de Cisco destinado a las prácticas asociadas con las unidades de aprendizaje de la orientación en tecnologías de la información y comunicaciones, específicamente del área de redes y seguridad.

d) Salas de video conferencia. En la torre de servicios de apoyo académico, se tienen contemplados dos espacios destinados para videoconferencias: una sala con capacidad para 20 personas, beneficiando principalmente a estudiantes y docentes de los PE (Programas Educativos) que se ofrecen en la unidad académica de Ingeniería.

3. ESTUDIO DE VIABILIDAD

Uno de los primeros procedimientos estadísticos que el investigador o administrador debe realizar es la descripción de los datos y la identificación de patrones básicos de los mismos, para ello se requiere de un programa estadístico que contenga diversos procedimientos que pueden utilizarse para tal efecto [1].

3.1 Metodología para la investigación de campo.

Una encuesta es una manera de recolectar información que se espera represente los puntos de vista de toda una comunidad o de un grupo en el cual se está interesado.

Para ello con el fin de lograr los objetivos planteados de este artículo de investigación, se recolecto toda la información obtenida mediante las encuestas realizadas una cierta parte de los docentes y alumnos de la unidad académica de ingeniería y se capturaron en el programa IBM SPSS Statistics versión 20.0 para su análisis e interpretación [1].

3.2 Software para el registro de la encuesta.

El programa estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), que en su traducción al castellano se describe como “Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales” es uno de los programas de mayor uso en los Estados Unidos de Norteamérica así como en América Latina; también muy usado en las ciencias sociales y las empresas de investigación de mercado.

Es uno de los programas estadísticos más conocidos teniendo en cuenta su capacidad para trabajar con grandes bases de datos y un sencillo interface para la mayoría de los análisis.

Este programa, sirve para realizar proyecciones y análisis de tendencias las cuales permitirán planificar actividades a largo plazo y en general, hacer un mejor uso de la información capturada en forma electrónica.

Facilita crear un archivo de datos en una forma estructurada y también organizar una base de datos que puede ser analizada con diversas técnicas estadísticas [5].

3.3 Análisis de la investigación de campo

En este apartado se muestran las tablas de frecuencia con los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los profesores de la UAI.

La encuesta fue aplicada a 20 profesores donde podemos apreciar que el 60% de ellos si conocen lo que es un aula digital mientras que el 40% no. Véase tabla 1.

Tabla 1. Tabla de frecuencia

¿CONOCE LO QUE ES UN AULA DIGITAL?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	NO	8	40.0	40.0
	SI	12	60.0	100.0
	Total	20	100.0	100.0

Al 95% de los profesores encuestados le gustaría obtener más información para conocer a fondo el aula digital, mientras que el 5% no está interesado. Véase tabla 2.

Tabla 2. Tabla de frecuencia

¿LE GUSTARÍA OBTENER MAS INFORMACIÓN DE LO QUE ES UN AULA DIGITAL?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	19	95.0	95.0
	No	1	5.0	100.0
	Total	20	100.0	100.0

Los resultados de la encuesta nos arrojan que el 80% de los docentes no ha trabajado con un aula digital mientras que el 20% Ya utilizo el aula digital para impartir sus clases. Véase tabla 3.

Tabla 3. Tabla de frecuencia

¿HA TRABAJADO CON UN AULA DIGITAL?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	4	20.0	20.0
	No	16	80.0	100.0
	Total	20	100.0	100.0

La siguiente tabla nos muestra que al 90% de los profesores les gustaría capacitarse para trabajar con un aula digital mientras que al 10% no está interesado en aprender a utilizarla. Véase tabla 4.

Tabla 4. Tabla de frecuencia

EN CASO DE NO HABER TRABAJADO EN ALGÚN AULA DIGITAL, ¿LE GUSTARÍA CAPACITARSE PARA TRABAJAR EN UNA?				
	FRECUENCIA	PORCENTAJE	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	18	90.0	90.0
	NO	2	10.0	100.0
	Total	20	100.0	100.0

En la siguiente figura podemos apreciar que al 95% de los profesores encuestados están interesados en que se implemente un aula digital en la UAI mientras el 5% no lo está. Véase Tabla 5.

Tabla 5. Tabla de frecuencia.

¿LE GUSTARÍA QUE SE IMPLEMENTARA UN AULA DIGITAL EN LA UAI?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SI	19	95.0	95.0	95.0
NO	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

En la siguiente grafica nos muestra un resumen detallado de cada una de las tablas de frecuencia mostradas anteriormente para su comprensión y análisis. Véase figura 3

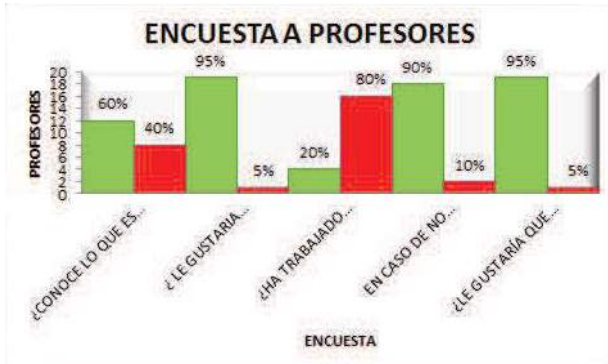


Figura 3. Grafica de encuesta a profesores.

Analizando la gráfica, podemos deducir lo siguiente:

- El 60% de los profesores conocen lo que es un aula digital pero solo el 20% ha trabajado en una.
- Al 95% de los docentes le gustaría obtener más información acerca de un aula digital y solo al 90% le interesa capacitarse para trabajar en una.
- Al 95% de los profesores le gustaría que se implementara un aula digital en la unidad académica de ingeniería aunque el 80% no ha trabajado en una, pero, como podemos analizar en el grafico al 90% está interesado en capacitarse.

En las siguientes tablas de frecuencia nos arrojan los resultados obtenidos de la encuesta que se le aplico a cierta parte de la población estudiantil de la UAI.

La encuesta se aplicó a 50 estudiantes, los resultados de cada una de las preguntas se muestran a continuación.

En la siguiente tabla podemos apreciar que el 70% de los alumnos conocen el aula digital mientras que el 30% no. Véase tabla 6.

Tabla 6. Tabla de frecuencia.

¿CONOCE LO QUE ES UN AULA DIGITAL?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SI	35	70.0	70.0	70.0
NO	15	30.0	30.0	100.0
Total	50	100.0	100.0	

En la siguiente tabla nos percatamos que el alumnado en un 98% está interesado en obtener más información y solo una pequeña parte del 1% no. Véase tabla 7.

Tabla 7. Tabla de frecuencia.

¿LE GUSTARÍA OBTENER MAS INFORMACIÓN DE LO QUE ES UN AULA DIGITAL?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SI	49	98.0	98.0	98.0
NO	1	2.0	2.0	100.0
Total	50	100.0	100.0	

En la siguiente figura podemos apreciar que solo el 34% ha trabajado en un aula digital, mientras que el 66% no lo ha hecho. Véase tabla 8.

Tabla 8. Tabla de frecuencia.

¿HA TRABAJADO CON UN AULA DIGITAL?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SI	17	34.0	34.0	34.0
NO	33	66.0	66.0	100.0
Total	50	100.0	100.0	

vemos que hay un gran interés en los alumnos en capacitarse para trabajar en un aula digital como podemos apreciar en la figura el 90% de ellos conforman la mayoría de la población mientras que el 10% no está interesado. Véase tabla 9.

Tabla 9. Tabla de frecuencia

EN CASO DE NO HABER TRABAJADO EN ALGÚN AULA DIGITAL, ¿LE GUSTARÍA CAPACITARSE PARA TRABAJAR EN UNA?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SI	18	90.0	90.0	90.0
No	2	10.0	10.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

De la encuesta de muestreo aplicada en la UAI nos arroja que al 94% de los estudiantes les gustaría que se implemente un aula digital solo al 6% no está interesado. Véase tabla 10.

Tabla 10. Tabla de frecuencia.

¿LE GUSTARÍA QUE SE IMPLEMENTARA UN AULA DIGITAL EN LA UAI?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos SI	47	94.0	94.0	94.0
NO	3	6.0	6.0	100.0
Total	50	100.0	100.0	

En la siguiente grafica se muestra el resumen de los resultados de las tablas de frecuencia de cada una de las preguntas de la encuesta realizada. Véase figura 4.

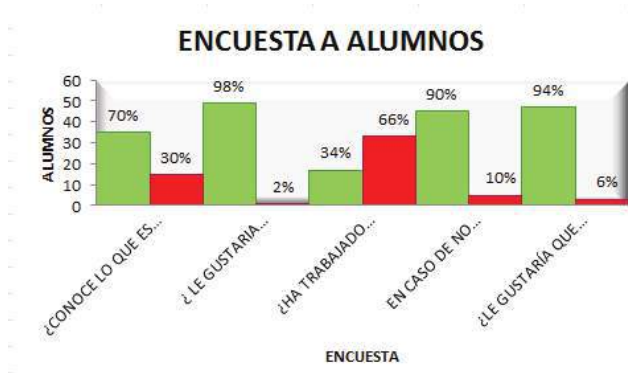


Figura 4. Gráfica de encuesta a alumnos.

Analizando la gráfica de la figura 4, podemos resumir lo siguiente.

- El 70% de los alumnos conoce lo que es un aula digital pero el 66% no ha trabajado en una.
- Al 98% le gustaría obtener más información pero solo al 90% le gustaría capacitarse para trabajar en un aula digital.
- Al 94% de los estudiantes les gustaría que se implementara un aula digital en la unidad académica de ingeniería, teniendo en cuenta que a la mayoría aceptaría la capacitación que implica este proceso, sería una buena herramienta de aprendizaje.

4. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.

4.1 Equipamiento del aula digital.

El aula digital deberá contar con:

- Un pizarrón interactivo de 77" con proyector integrado
- Una lámpara de repuesto para el proyector del pizarrón.
- Una computadora de escritorio para el maestro.
- 30 computadores tipo netbook, laptop o desktop.
- Suite de software colaborativo.
- Un sistema de audio para el aula.
- Un punto de acceso inalámbrico para 40 computadoras
- Un No Break con regulador de voltaje y 6 entradas de corriente (al menos 4 con tensión regulada, respaldo de batería)
- Un mueble para la computadora del profesor y UPS.
- Instalación del aula
- Capacitación para uso del aula.

4.2 Acondicionamiento del aula.

- El espacio designado para el aula deberá acondicionarse para acomodar al menos a 30 alumnos, en una disposición tipo aula o herradura frente al pizarrón, donde la primera fila de alumnos deberá encontrarse al menos a 1.5 m
- El aula deberá contar con una instalación eléctrica adecuada (La instalación eléctrica deberá ser capaz de soportar la carga de los equipos de cómputo, pizarrón,

etc.) se requiere de al menos dos contactos con tierra física.

- La pared que sostendrá el pizarrón deberá poder soportar el peso del pizarrón con el proyector integrado y las bocinas del equipo de sonido (aproximadamente 35 Kg).
- El pizarrón y sus accesorios requieren dos tomas de corriente, a una distancia no mayor de 40 cm del pizarrón.
- Cada banca para los alumnos deberá contar con una toma de corriente con tierra física para conectar una computadora (30 tomas de corriente, sencillas). En caso de no ser posible, se recomienda poner contactos al centro de cada fila.
- El mueble con la computadora del profesor y sus periféricos deberá poder contener el equipo de tal forma que éstos queden protegidos de daños en caso de algún derrame de líquido.

4.3 Equipo de cómputo

Es deseable, de acuerdo a la matrícula de la escuela, comprar un número de computadoras el cual satisfaga la relación de una computadora por cada 3 alumnos, tomando en cuenta las computadoras incluidas en el aula digital del apartado anterior. Se han considerado tres tipos de computadoras, con las siguientes características.

Netbooks

- Procesador Intel Atom N2600 1.6 GHz Dual Core o mejor
- 2 Gigabytes en memoria RAM
- Pantalla de 10.1" de LCD o LEDs
- Puertos USB, VGA (para conectar una pantalla, proyector o monitor)
- Tarjeta de red alámbrica e inalámbrica
- Disco duro con espacio mayor a 320 Gigabytes
- Cámara de video
- Altavoces y conectores para micrófono externo y audífonos
- Sistema operativo Microsoft Windows 7 profesional
- Batería con duración de más de 3 hrs.

Laptops

- Procesador Intel i3 o mejor
- 4 Gigabytes de memoria en RAM o mejor
- 500 Gigabytes o más en disco duro
- Pantalla de 14" o mejor
- Tarjeta de red inalámbrica
- Tarjeta de red alámbrica
- Al menos 2 puertos USB
- 1 puerto VGA
- Bocinas integradas
- Salidas de audio
- Micrófono integrado
- Cámara integrada
- Sistema operativo Microsoft Windows7 Profesional

Desktops

- Procesador Intel i5 o mejor
- 4 Gigabytes de memoria en RAM o mejor
- 500 Gigabytes o más en disco duro
- Monitor de LCD o LEDs de 19"

- Tarjeta de red inalámbrica
- Tarjeta de red alámbrica
- Al menos 2 puertos USB
- 1 puerto VGA
- Bocinas integradas
- Quemador de DVDs R+---W y de CDs
- Salidas de audio
- Sistema operativo Microsoft Windows 7 Profesional o posterior

Es importante considerar para la compra de equipo a empresas que:

- Tengan presencia en el estado de Guerrero que es donde se encuentra la unidad académica de ingeniería.
- Ofrezcan un tiempo de reparación razonable para los equipos en garantía (24 a 72 hrs.)
- Realicen la reparación en sitio (evitando gastos de envío del equipo, así como mayor riesgo de daño en el trayecto) o cambio de equipo
- Comprar equipos respaldados por una marca para obtener garantía y servicio adecuado

4.4 Preparación del Internet en aulas.

Tomando en cuenta que una red bien administrada es más eficiente, el hacer una inversión para tener una red en óptimas condiciones vale la pena, principalmente cuando el presente y el futuro tienden a ser cada día más dependientes de las redes de comunicación.

Al realizar este trabajo se presentaron dificultades para obtener información de la red actual, debido a que no se tiene un documento en la UAI; se entregaron los planos digitalizados de la propuesta de red, se presentan propuestas de mejora para el Backbone, así mismo se plantea el cableado de las aulas de clases, cubículos y laboratorios; para beneficio de la comunidad de la UAI.

5. CONCLUSIONES.

El resultado de la presente investigación, basándose en la encuesta realizada a docentes y alumnos de la UAI, nos arroja que, éstos, no están preparados para adoptar un aula digital en el salón de clases, ya que, como se muestra en las gráficas presentadas en el punto 3.3 “análisis de la investigación de campo”, la mayoría de los profesores y estudiantes no han tenido una experiencia de aprendizaje utilizando esta herramienta como medio para impartir y/o recibir conocimiento.

Cabe destacar que no se descarta la posibilidad de implementar un aula digital en la UAI, porque, en los resultados obtenidos nos damos cuenta que tanto como alumnos y profesores están interesados en informarse y capacitarse para trabajar con esta herramienta, y así, seguirse preparando para obtener los mejores resultados en el ámbito educativo.

Tomando en cuenta que una red bien administrada es más eficiente, el hacer una inversión para tener una red en óptimas condiciones vale la pena, principalmente cuando el presente y el

futuro tienden a ser cada día más dependientes de las redes de comunicación.

Al realizar este trabajo se presentaron dificultades para obtener información de la red actual, debido a que no se tiene un documento en la UAI; se entregaron los planos digitalizados de la propuesta de red, se presentan propuestas de mejora para el Backbone, así mismo se plantea el cableado de las aulas de clases, cubículos y laboratorios; para beneficio de la comunidad de la UAI.

Vivimos en un mundo cada vez más globalizado en el que el uso de las nuevas Tecnologías de Información y Comunicación es indispensable, para poder realizar un sinnúmero de actividades (compartir y acceso a información), por lo que es de suma importancia contar con una red que permita estar acorde los nuevos avances tecnológicos (sistemas de cómputo).

Contar con una buena red dentro de la UAI nos brinda grandes beneficios, entre los que destacan la conectividad de datos, el compartimiento de recursos y que con esto se puedan realizar todos los procesos de una manera automatizada.

6. REFERENCIAS.

- [1]. Bustamante, Carlos. (1 de Mayo de 2014). Resultado de la investigación de campo de los centros de cómputo de la CD. de Chilpancingo. Chilpancingo, Guerrero, México.
- [2]. Claro, M. (5 de Julio de 2010). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Recuperado el 10 de Marzo de 2015, de Sitio Web de Cepal: <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3772/S2010481.pdf?sequence=1>
- [3]. Martínez, Y. (24 de Septiembre de 2011). *Aula Digital*. Recuperado el 2 de Marzo de 2015, de Sitio web de la Institución Educativa Número Dos: <http://es.slideshare.net/yomadi74/aula-digital-9406564>
- [4]. Mendoza, Y., Dugarte, I., & Tambo, J. (13 de Marzo de 2008). *Las Tres Fortalezas*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de Sitio web de Yannys Mendoza.: <http://lastresfortalezas.blogspot.mx/>
- [5]. Pedro, A., & Ruiz, A. (5 de Julio de 2002). *Wikipedia*. Recuperado el 15 de Marzo de 2015, de <http://es.wikipedia.org/wiki/SPSS>
- [6]. Sunkel, G., Trucco, D., & Espejo, A. (20 de Marzo de 2013). *Integración de Tecnologías Digitales*. Recuperado el 10 de Marzo de 2015, de http://www2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/CR_Articulos/Integracion_tecnologias_WEB.PDF
- [7]. Yane. (4 de Abril de 2010). *TICs y Educación*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de TICs y Educación: <http://eduticinicialtic.blogspot.mx/2010/04/ti-c-y-educacion.html>



APLICACIÓN DE GEOGEBRA PARA CALCULAR EL ÁREA ENTRE DOS FUNCIONES

Angelino Feliciano Morales
Unidad Académica de Ingeniería de
la Universidad Autónoma de
Guerrero, C.U. Sur
Av. Lázaro Cárdenas, S/N C.U., C.P.
39070, Chilpancingo de los Bravo,
Guerrero, México.
af_morales@hotmail.com

René Edmundo Cuevas
Valencia
Unidad Académica de Ingeniería de
la Universidad Autónoma de
Guerrero, C.U. Sur
Av. Lázaro Cárdenas, S/N C.U., C.P.
39070, Chilpancingo de los Bravo,
Guerrero, México.
reneecuevas@uagro.mx

Arnulfo Catalán Villegas
Unidad Académica de Ingeniería de
la Universidad Autónoma de
Guerrero, C.U. Sur
Av. Lázaro Cárdenas, S/N C.U., C.P.
39070, Chilpancingo de los Bravo,
Guerrero, México.
catalanvillegas@gmail.com

RESUMEN

En el presente artículo se describe un análisis de los diferentes software matemáticos que pueden ser utilizados en la enseñanza de la matemática en el nivel superior. Considerando que la matemática es la base para estudiar una carrera universitaria y de manera particular en Computación se utiliza desde el punto de vista de la implementación de aplicaciones computacionales, mientras que en Matemática Educativa con una instrumentación didáctica. De igual manera se describe la instrumentación didáctica de la aplicación del software matemático denominado GeoGebra para calcular el área limitada por la intersección entre dos funciones (o relaciones) graficadas en el plano cartesiano. Por lo anterior, se recomienda a los docentes utilicen software

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

matemático para fortalecer las estrategias didácticas en la planeación de actividades que contribuyan al desarrollo de las competencias.

ABSTRACT

This paper describes different mathematical software packages, which can be used for teaching mathematics in University. Mathematics is important for studying some university degrees, in particular for computing sciences and pedagogy in mathematics. The software packages can be useful for developing new applications (in computing sciences) or for implementing mathematical learning tools (in pedagogy in mathematics). The software GeoGebra is used here as an example. GeoGebra shows how to calculate the area between the intersection of two planar functions. We suggest the use of mathematical software for supporting the pedagogical strategies for the improvement of student's skills.

Palabras Clave:

Software Matemático, Software Educativo, Geogebra, Funciones, Área entre dos funciones.

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la matemática en la educación es fundamental para el desarrollo intelectual de un estudiante y en particular en el aprendizaje de la matemática. Actualmente, el uso de la tecnología en la enseñanza de la matemática es importante, dado

que el colegial tiene la oportunidad de visualizar el material didáctico (diapositiva, videos...) las veces que sean necesarias hasta comprender el concepto y desarrollar satisfactoriamente la competencia de la unidad de aprendizaje de que se trate.

El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación es una necesidad para lograr las competencias matemáticas establecidas en los Programas Educativos (PE) del nivel superior, mediante la utilización de software matemático. Para los estudiantes que muestran cierta indiferencia en el aprendizaje de la matemática, este tipo de recursos tecnológicos pueden ser utilizados para motivarlos a que se incorporen en el desarrollo de las actividades diseñadas para descubrir la belleza de la matemática.

Históricamente, el problema del cálculo de áreas, se remonta a las figuras planas llamadas regulares e irregulares y curvas cerradas. Las primeras se resuelven a través fórmulas establecidas, en las segundas se construyen triángulos para obtener la solución y en las terceras como el círculo y elipse existen fórmulas que permiten calcular su área.

El problema de cálculo de áreas se extiende a una región plana limitada por la intersección de dos funciones (o relaciones) graficadas en el plano cartesiano, la cual se resuelve mediante la aplicación de la suma Georg Friedrich Bernhard Riemann o a través de la integral definida. En el presente trabajo se pretende demostrar la pertinencia del uso de un software matemático para realizar este proceso. En particular se utilizará el software matemático denominado Geogebra, para mostrarle a los docentes y estudiantes de Ingeniería y de otras carreras universitarias que trabajen con el contenido de la Integral Definida, pueden usar esta herramienta matemática que les facilitará lograr la competencia en el cálculo de área entre dos funciones.[1]

2. ANTECEDENTES

En el año 2001 en la Universidad de Salzburgo y Universidad de Atlantic, Florida, da inicio un proyecto de programación en lenguaje Java (lenguaje de programación y una plataforma informática comercializada por primera vez en 1995 por Sun Microsystems, lo cual facilita el uso en distintas plataformas). El autor de nombre Markus Hohenwarter, obtuvo como resultado de su proyecto de tesis de maestría en Educación Matemática, el cual culmina exitosamente con su doctorado en la Universidad de Salzburgo (Austria).[2]

A continuación se muestra en la tabla 1 el software matemático que será analizado para el presente documento.

Tabla 1.- Software matemático existente

CAMPO LABORAL	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Geometría/cálculo	Matlab	Software de paga, Lenguaje M
	Máxima	Software libre, Lenguaje LISP
	Wiris	Software libre, Plataforma Moodle

	Derive	Software de paga, muSIMP (basado en LISP)
	Winplot	Software libre,
	Yacas	Software libre, Lenguaje C++, y propio lenguaje
	GeoGebra	Software libre, Lenguaje java

3. ANÁLISIS DE SOFTWARE MATEMÁTICO

Actualmente existen diversos tipos de software matemático, los cuales son de gran utilidad en el aprendizaje de un estudiante, a continuación se mencionan algunos de los más reconocidos y efectivos.

3.1. Matlab

Es una herramienta que sirve de apoyo para los cursos de teoría de matrices, utiliza un lenguaje de alto nivel, algebra lineal y análisis numérico. Su nombre es un acrónimo de "MATrix LABORatory". Es un programa muy potente, cuenta con un entorno agradable, herramienta de cálculo científico y técnico, tiene visualización gráfica y un lenguaje de programación: simula, modela, crea prototipos, analizar datos y obtiene soluciones de sistemas complejos. Está disponible para las plataformas: Unix, Windows, Mac OS X y GNU/Linux . [3]



Figura 1. Logo Matlab

3.2. Maxima

Es un sistema para la manipulación de expresiones simbólicas y numéricas, diferenciación, integración, expansión de series de Taylor, transformadas de Laplace, ecuaciones diferenciales ordinarias, sistemas de ecuaciones lineales, vectores, matrices

tensores. Produce resultados de alta precisión usando fracciones exactas, representaciones con aritmética de coma flotante arbitraria, también puede graficar funciones y datos en dos o tres dimensiones. [4]



Figura 2. Logo de Maxima

3.3 Wiris

Es una plataforma de cálculo matemático que funciona exclusivamente online, por medio de cualquier navegador, utilizando una Applet de JAVA. Esta herramienta reside en el servidor, no en el ordenador. Wiris aborda el cálculo, el análisis, geometría, algebra, combinatoria, etc. Así como el tratamiento de unidades de medida y representación geográfica. [5]



Figura 3. logo de Wiris

3.4 Derive

Es una herramienta matemática cuyo propósito es procesar todo tipo de números, variables, expresiones algebraicas, ecuaciones, vectores, matrices, funciones, etc. Permite realizar cálculos numéricos y simbólicos con Álgebra, Trigonometría, Análisis, así como la graficación de funciones en dos y tres dimensiones. Además, efectúa cálculos exactos con precisión, manipula expresiones racionales como $1/3$, sin necesidad de tener que operar con su expresión decimal aproximada.

Incorpora rutinas de cálculo matricial, estadística, interpolación, integración numérica, etc. Maneja el cálculo matemático simbólico, manipula con facilidad expresiones algebraicas y realiza la mayoría de operaciones como: simplificar, factorizar, calcular derivadas, integrales, sistema de ecuaciones, matrices; así como la representación gráfica en dos y tres dimensiones. [6]

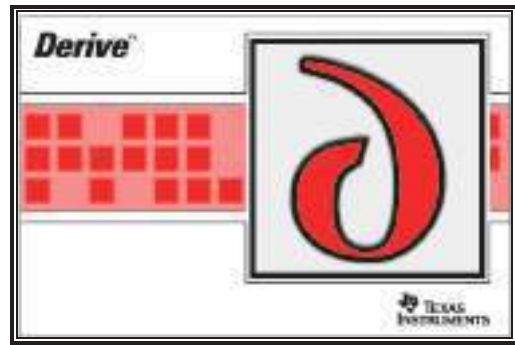


Figura 4. Logo de Derive

3.5 Winplot

Este programa es útil para graficar en dos y tres dimensiones, las cuales se visualizan en diversos formatos. Analiza gráficas de funciones polinominales, racionales, exponenciales, logarítmicas, trigonométricas, paramétricas, implícitas. Así como el cálculo de áreas entre dos funciones.

Además proporciona los ceros de una función, extremos, calcula la longitud de arco de una curva, el volumen de un sólido de revolución sobre la recta que se fije. Así como la superficie de revolución, también genera una tabla de valores. La utilización de parámetros permite el estudio de características globales de familias de funciones de forma ágil. [7]

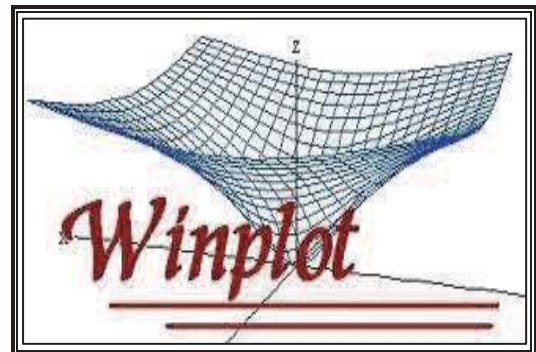


Figura 5. Logo de Winplot

3.6 Yacas

YACAS es un acrónimo de Yet Another Computer Algebra System. En sí, no es un software científico, sino un lenguaje, y aunque se distribuye con un conjunto de funciones matemáticas su verdadera potencia reside en su lenguaje, mediante el cual se pueden escribir las funciones para la realización tanto de cálculos numéricos como simbólicos. YACAS posee un mecanismo de "plugins" que permite la carga dinámica de librerías externas al software. Mediante este mecanismo puede ampliarse las funcionalidades de YACAS.

Además funciona como, software de algebra computacional para cálculo diferencial e integral, calcula límites, resuelve ecuaciones, computación numérica para generar números y no variables, es decir, no devuelve incógnitas como x . [8]

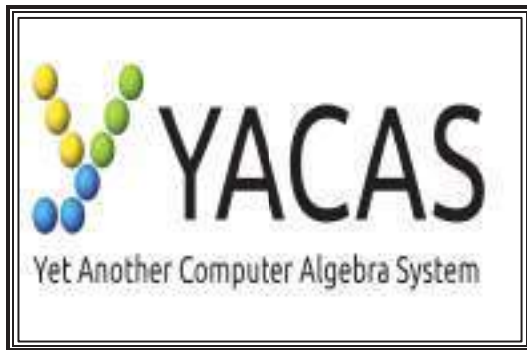


Figura 6. Logo de Yacas

3.7. GeoGebra

En su inicio fue un programa de geometría dinámica, posteriormente el crecimiento de esta herramienta matemática, se ha convertido en un referente para la enseñanza y aprendizaje de la matemática en los niveles educativos del medio superior y superior donde tiene una importancia en el desarrollo académico e intelectual de los estudiantes. En la actualidad se tiene un laboratorio virtual, donde se puede experimentar, analizar, investigar, aprender, etc. Este programa es un referente como herramienta TIC, en la enseñanza y aprendizaje de las Matemática. [9]

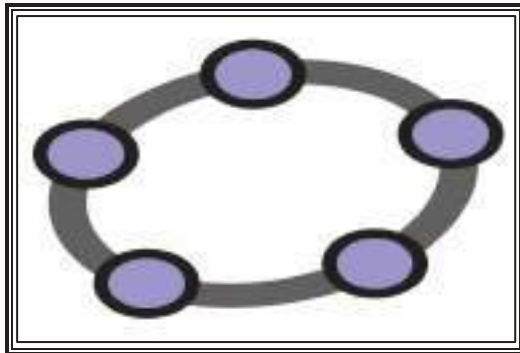


Figura 7. Logo de GeoGebra

4. CÁLCULO DE ÁREAS ENTRE DOS FUNCIONES CON GEOGEBRA.

Después de haber analizado los diferentes tipos de software de matemáticas empleados en la educación media superior y superior, se ha determinado utilizar Geogebra para realizar el trabajo respecto al cálculo de áreas entre dos funciones (o relaciones) debido a su plataforma amigable y fácil de operar.

El problema general para calcular el área de una región comprendida entre dos curvas, se plantea de la siguiente manera.

Sean $y = f_1(x)$; $y_2 = g(x)$ dos funciones continuas en $[a, b]$ y $f(x) > g(x)$ para toda x en el intervalo. Sea P

una partición del intervalo $[a, b]$ en n subintervalos $[x_{k-1}, x_k]$. Eligiendo un x_i en cada subintervalo, se pueden determinar n rectángulos correspondientes cuya área está dada por:

$$\Delta A_i = [f(x) - g(x)] \Delta x_i$$

El área de la región entre las dos funciones es aproximadamente.

$$\sum_{i=1}^n \Delta A_i = \sum_{i=1}^n [f(x_i) - g(x_i)] \Delta x_i$$

Por tanto, el área exacta es:

$A = \lim_{x \rightarrow p} \sum_{i=1}^n [f(x_i) - g(x_i)] \Delta x_i$, tal como se muestra en las siguientes figuras.

Procedimiento

- Se grafican las funciones
- Se grafican los puntos del intervalo en el eje X, que limitan el dominio de la región,
- Se utiliza el deslizador donde se colocan el número de rectángulos que se vayan a tomar en cuenta.
- Se selecciona la opción sumainferior en la entrada, donde colocan la función, extremo inferior del intervalo, extremo superior del intervalo y el número de rectángulo que puede alcanzar el deslizador. Como se muestra a continuación.

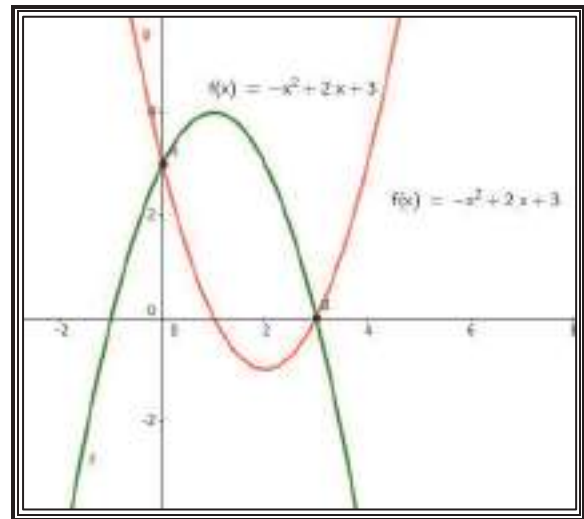


Figura 8. Región limitada por las dos funciones

Primera aproximación de la suma Riemann, para $n = 50$

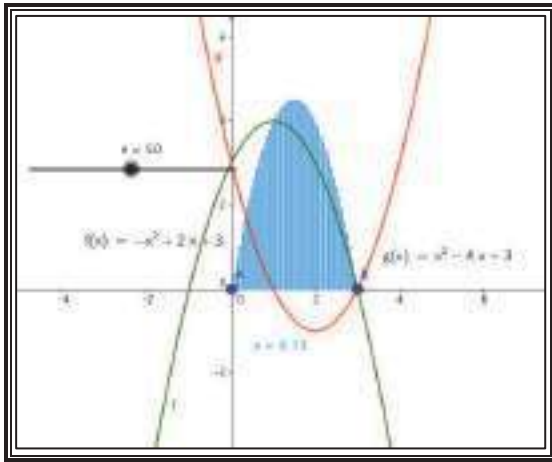


Figura 9 Cálculo del área con n igual a 50

Con esta partición se obtiene un valor de 8.73, la cual es una aproximación al valor real.

Con una segunda partición, al considerar $n=100$ se obtiene un área igual 8.86, que sigue siendo una aproximación de la suma de Riemann.

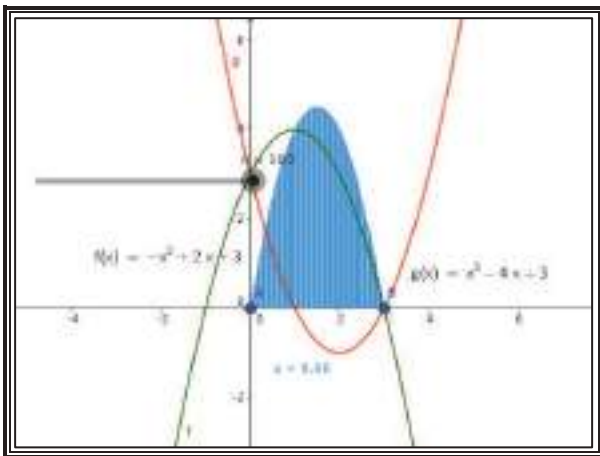


Figura 10 Cálculo del área con n igual 100

Otra manera de obtener el área limitada por dos funciones, es a través de la integral definida, esto es: dado que las funciones $f(x)$ y $g(x)$ son continuas, entonces $f(x) - g(x)$ también es continua. Por tanto, el límite $A = \lim_{x \rightarrow p} \sum_{i=1}^n [f(x_i) - g(x_i)] \Delta x_i$ existe y por definición es la integral definida:

$$A = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx$$

Definición: Sean $f(x)$ y $g(x)$ funciones continuas en un intervalo $[a, b]$, entonces el área A de la región comprendida entre sus gráficas en el intervalo, está dada por:

$$A = \int_a^b (f(x) - g(x)) dx$$

Si $f(x) \geq g(x)$ entonces $f(x) - g(x) \geq 0$ en el intervalo $[a, b]$,

luego, la expresión $A = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx$, permite obtener el área de la región limitada por las dos funciones: Sin embargo no es recomendable memorizar la fórmula, porque se hace necesario trazar las gráficas para determinar el orden. Si las curvas se intersectan en el intervalo, entonces la posición relativa de las curvas puede cambiar. En todo caso, en cualquier intervalo de $[a, b]$ $[a, b]$ el integrando adecuado es siempre: ordenada de la gráfica superior menos la ordenada de la gráfica inferior. [10]

A continuación se ilustra con un ejemplo particular de forma tradicional y después se realizará utilizando el software educativo.

Procedimiento tradicional

Problema: Calcular el área comprendida entre las funciones.

$$f(x) = -x^2 + 2x + 3 \quad \text{①}$$

$$g(x) = x^2 - 4x + 3 \quad \text{②}$$

Igualando las ecuaciones, queda:

$$-x^2 + 2x + 3 = x^2 - 4x + 3$$

Ordenando los términos de las ecuaciones, se obtiene:

$$2x^2 - 6x = 0 \quad \text{dividiendo por 2}$$

$$x^2 - 3x = 0$$

Factorizando x , se tiene:

$$x(x - 3) = 0$$

Resolviendo las ecuaciones, se obtiene:

$$x = 0 \quad \text{y} \quad x = 3$$

Sustituyendo $x = 0$ en la ecuación ①, se tiene:

$$f(0) = -0^2 + 2(0) + 3 = 3$$

Por tanto el punto es $A(0,3)$

Sustituyendo $x = 3$ en la ecuación ①, queda

$$f(3) = -3^2 + 2(3) + 3 = 0$$

Por tanto, el punto es $B(3,0)$

Graficando la funciones para identificar la región definida.

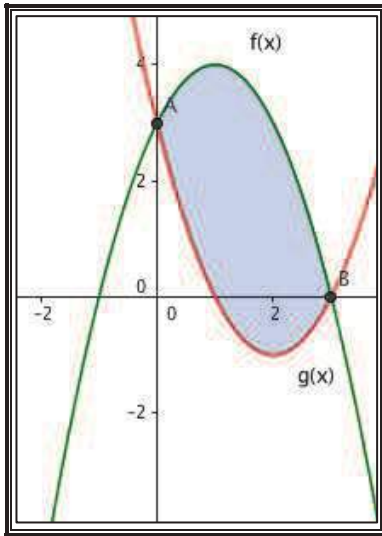


Figura 11. Grafica de dos funciones

Aplicando la fórmula

$$A = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx \text{ se obtiene:}$$

$$A = \int_0^3 [(-x^2 + 2x + 3) - (x^2 - 4x + 3)] dx \text{ Simplificando se tiene:}$$

$$A = \int_0^3 (-x^2 + 2x + 3 - x^2 + 4x - 3) dx \text{ Integrando queda:}$$

$$A = -\frac{2}{3}x^3 + \frac{6x^2}{2} \Big|_0^3 = -\frac{2}{3}x^3 + 3x^2 \Big|_0^3 \text{ Evaluando la integral se}$$

obtiene

$$A = -\frac{2}{3}(3)^3 + 3(3)^2 - \left(-\frac{2}{3}(0) + 3(0)\right)$$

$$A = -\frac{2}{3}(27) + 3(9) - 0$$

$$A = -2(9) + 27 = 9$$

$$A = 9u^2$$

Procedimiento utilizando el software Geogebra

Para el ejemplo seleccionado se grafican las dos funciones cuadráticas, al hacerlo se intersectan en dos puntos, definiendo la región en el plano, la cual se le debe calcular el área. [11]

Graficando las funciones $f(x) = -x^2 + 2x + 3$ (color azul) y $g(x) = x^2 - 4x + 3$ (color rojo), los puntos donde se intersectan las curvas de las funciones son: $A(0,3)$ y $B(3,0)$.

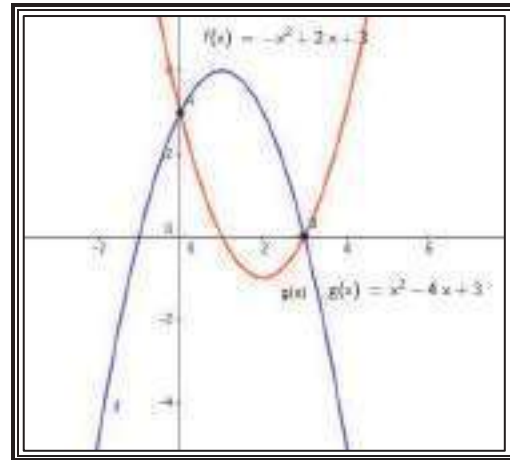


Figura 12. Grafica de dos Funciones en GeoGebra

En la gráfica se observa la región que comprende el área que debe calcularse mediante los siguientes comandos:

- Graficar los puntos de intersección
- **IntegralEntre**[<Función>, <Función>, <Valor Inicial de x>, <Valor Final de x>], donde la primer función se representa por $f(x)$ y la segunda $g(x)$, valor inicial $x = 0$ tomada del punto A y $x = 3$, de B , quedando de la siguiente manera:

IntegralEntre[f , g , 0,3], el resultado se muestra en la región iluminada, el cual es $9u^2$

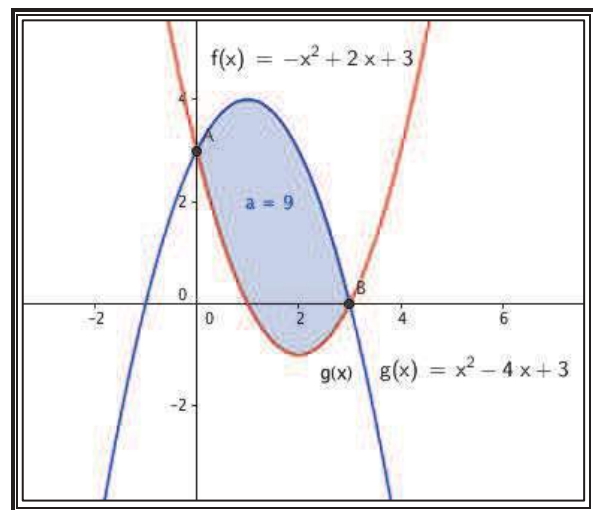


Figura 13. Grafica de la región comprendida

Por lo antes expuesto se sugiere el uso del software GeoGebra por los estudiantes y profesores en los niveles educativos Medio Superior y Superior, dado que es una herramienta amigable y didáctica; lo cual contribuye en el mejoramiento académico.

5. CONCLUSIONES

Una vez analizado el software matemático listado, se afirma lo siguiente:

- Es evidente que en la Educación Media Superior y Superior se debe utilizar el software matemático denominado GeoGebra para fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje por tener un entorno amigable y fácil de manipular.
- Se recomienda a los docentes utilizar este software para fortalecer sus estrategias didácticas en la planeación de actividades que contribuyan al desarrollo de las competencias.
- Se sugiere que los estudiantes utilicen este software para mejorar su aprendizaje en el área de la Matemática, así como su desarrollo intelectual.

Trabajos futuros

Considero que el software debe mejorarse debido a que no es posible calcular el área cuando se tiene una expresión de la forma $f(y)$, porque solo aparecen en las gráficas de los cuadrantes positivos, de modo sería un trabajo completo incluyendo la parte negativa.

REFERENCIAS

[1]Lista de software matemático (2010) (1/02/2016) Catalogo de software libre
<http://selibre.osl.ull.es/Matem%C3%A1ticas/applications>

- [2] Geogebra (2013) (2/02/2016) DEFINICION DE GEOGEBRA
<https://prezi.com/kcstrd5sjxfo/definicion-de-geogebra/>
- [3] Matlab (2004) (10/02/2016) Práctica 1: Introducción a Matlab
http://orion.ciencias.uniovi.es/~riera/modelado/practicas/pract_01.pdf
- [4] Maxima (1998) (02/02/2016) Maxima, un programa de algebra computacional <http://maxima.sourceforge.net/es/>
- [5] Wiris (2010) (02/02/2016) La solución global para la enseñanza de matemáticas <http://www.wiris.com/es/cas>
- [6] Derive 5 (2013) (2/02/2016) Catálogo de software matemático <http://platea.pntic.mec.es/aperez4/catalogo/Catalogo-software.htm>
- [7] Winplot (2005)(07/02/2016) El winplot como recurso didáctico en la enseñanza de las matemáticas http://portal.perueduca.edu.pe/Docentes/xtras/pdf/libro_winplot.pdf
- [8] Yacas (2003) (9/02/2016) Herramientas en GNU/Linux para estudiantes universitarios
<http://es.tldp.org/Presentaciones/200304curso-glisa/yacas/curso-glisa-yacas.pdf>
- [9]Aplicaciones de geogebra al análisis. II jornadas de geogebra de Andalucía Huelva 2011.
http://thales.cica.es/sites/thales.cica.es.geogebra/files/II_Jornadas_GeoGebra/material/talleres/analisis/Analisis_cuadernillo.pdf
- [10] Geogebra (2014) (01/02/2016) Geogebra <http://www.geogebra.org/about>
- [11] Calculo de Área entre dos funciones (2014) (18/02/2016) Comando IntegralEntre https://www.geogebra.org/wiki/es/Comando_IntegralEntre



Aplicación educativa para móviles usando realidad aumentada para niños con Síndrome de Down.

Rojas Venegas Angélica
ESCOM - IPN

Av. Juan de Dios Bátiz esq. Av.
Miguel Othón de Mendizábal, Col.
Lindavista, Gustavo A. Madero.
Ciudad de México
57296000 C.P. 07738
arojasv1102@alumno.ipn.mx

Rodolfo Romero Herrera
ESCOM-IPN

Av. Juan de Dios Bátiz esq. Av.
Miguel Othón de Mendizábal, Col.
Lindavista, Gustavo A. Madero.
Ciudad de México
57296000 C.P. 07738
rromeroh@ipn.mx

Laura Méndez Segundo
ESCOM-IPN

Av. Juan de Dios Bátiz esq. Av.
Miguel Othón de Mendizábal, Col.
Lindavista, Gustavo A. Madero.
Ciudad de México
57296000 C.P. 07738
lmendezs.escom@gmail.com

RESUMEN

La aplicación educativa para móviles con realidad aumentada para niños con Síndrome de Down, es una aplicación con finalidad educativa diseñada para ser instalada en tabletas electrónicas con sistema operativo Android, la cual ayudará a los niños con Síndrome de Down a desarrollar sus capacidades perceptivo-discriminativas de acuerdo a sus limitaciones cognitivas mediante actividades de asociación, de selección, de clasificación y de denominación durante su etapa de aprendizaje a temprana edad. Al ser una aplicación que utiliza realidad aumentada resulta atractiva y de fácil entendimiento para los niños, logrando así captar su atención durante las actividades que se presentan.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

ABSTRACT

The educational application for mobile augmented reality for children with Down syndrome, is an application for educational purposes designed to be installed on electronic tablet with Android operating system, which will help children with Down syndrome to develop their skills perceptual-discriminative according to their cognitive limitations through partnership activities, selection, classification and designation during his time learning at an early age. Being an application that uses augmented reality is attractive and easy to understand for children, achieving capture their attention during the activities presented.

Categorías y Descriptores Temáticos

Ingeniería de Software y Redes inteligentes

Términos Generales

Programación de una aplicación para Android para apoyo en la educación de niños con Síndrome de Dawn empleando realidad aumentada.

Palabras clave

Aplicación educativa, Dispositivos móviles, Realidad aumentada, Síndrome de Down.

Keywords

Educational applications, mobile devices, Augmented Reality, Down syndrome.

INTRODUCCIÓN

Los niños con síndrome de Down presentan una capacidad intelectual inferior al promedio, con importantes deficiencias en su capacidad adaptativa, con inicio desde el nacimiento, ya que la trisomía tiene origen genético. Se incluyen, por tanto, en el grupo de las personas con discapacidad intelectual, con quienes comparten muchas características en su forma de aprender, la mayor parte de ellas derivadas de sus limitaciones cognitivas. [1]

Existe un conjunto de características que son comunes con otras formas de deficiencia mental:

1. El aprendizaje es lento.
2. Es necesario enseñarles muchas más cosas, que los niños sin deficiencia mental las aprenden por sí solos.
3. Es necesario ir paso a paso en el proceso de aprendizaje.

Sabemos que, cuando se tienen en cuenta estas características y se ajusta por consiguiente a la metodología educativa, mejorando las actitudes, adaptando los materiales y promoviendo la motivación, los escolares con síndrome de Down son capaces de aprender mucho y bien; ciertamente, bastante más de lo que hasta hace unos años se creía.

Es importante considerar el estado general de salud y la funcionalidad de sus órganos de los sentidos, muy en particular la visión y la audición. Los problemas de visión y de audición son muy frecuentes pero, lo que es importante, son corregibles; es evidente que su mal funcionamiento ha de repercutir muy negativamente en los procesos de entrada de la información y en su posterior procesamiento cerebral.

La intervención educativa a temprana edad busca conseguir una mejoría en las siguientes cualidades:

1. Un buen desarrollo de la percepción y memoria visual.
2. Buena orientación espacial.
3. Una personalidad que podríamos definir como de “tener gusto en dar gusto”, y que no rechaza. Éste es un elemento que va a depender mucho de la percepción emocional que el interesado experimente en relación con su educador.
4. Buena comprensión lingüística, en términos relativos, y siempre que se le hable claro y con frases cortas.
5. Suele disponer de suficiente vocabulario, aunque es importante señalar sus problemas lingüísticos.
6. En general, lo que ha aprendido bien suele retenerlo, aunque es necesario reforzar y consolidar el aprendizaje. [2].

Por lo tanto, se desarrolló una aplicación con finalidad educativa para tabletas electrónicas utilizando realidad aumentada dirigida a niños de preescolar con Síndrome de Down. La cual se enfocó en el método de aprendizaje perceptivo discriminativo con actividades que se dividirán en: actividades de asociación, de selección, de clasificación y de denominación.

OBJETIVO

Implementar una aplicación de realidad aumentada para tabletas electrónicas que contenga actividades que ayude al desarrollo de capacidades perceptivas y discriminativas de los niños con Síndrome de Down

METODOLOGÍA

La aplicación educativa para móviles con realidad aumentada para niños con Síndrome de Down está constituida por tres tipos de *misiones*, con diferente temática cada una. Una *misión* es un tema que está familiarizado con el niño en su vida cotidiana. Véase Figura 1.

Los temas que se eligieron para la implementación de la aplicación son los siguientes:

1. Colores
2. Animales (domésticos y de la granja)
3. Ropa y accesorios



Figura 1. Escena elegir misión.

Donde cada una de las misiones contiene diez *niveles* diferentes como se puede observar en la Figura 2, 3 y 4.



Figura 2. Niveles de la misión "Colores".



Figura 3. Niveles de la misión "Animales".

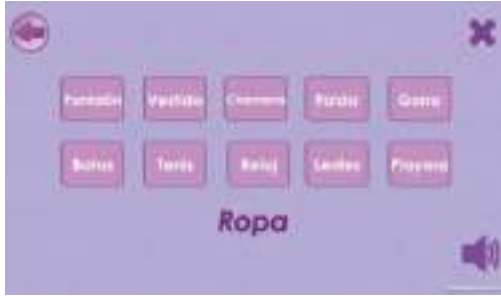


Figura 4. Niveles de la misión "Ropa".

Cada uno de los *niveles* está dividido en cuatro tipos de actividades diferentes:

1. Actividades de asociación
2. Actividades de selección
3. Actividades de clasificación
4. Actividades de denominación

Las cuales están basadas en el método perceptivo discriminativo.

Actividades de asociación

La asociación o emparejamiento implica que el alumno perciba y discrimine visual y cerebralmente objetos y dibujos, entendiendo que debe ponerlos juntos porque son iguales. Más adelante, conforme el niño progresa en conocimientos y abstracción, hará otras asociaciones de objetos diferentes que tienen una propiedad común porque su uso o función es el mismo o pertenecen a la misma categoría [3].

Actividades de selección

La selección significa que el niño elige, señalando, cogiendo, tachando o por cualquier otro procedimiento el objeto o dibujo que se nombra. Inicialmente sólo se dice el nombre y, conforme el niño progresa se pasará a describir las cualidades o propiedades del objeto-estímulo. Las primeras actividades son las que se realizan nombrando las personas y las cosas, pidiendo al niño que mire, que señale o que agarre lo que se nombra. La selección implica que, al menos, haya dos elementos y que el niño conoce el nombre de uno de ellos. [4].

Actividades de clasificación

Las actividades de clasificación son aquellas actividades de selección, asociación y agrupamiento de varios objetos pertenecientes a una misma categoría o que tienen una cualidad o propiedad común a todos ellos. De un conjunto grande de objetos es preciso elegir y poner juntos todos los que tienen una o más cualidades compartidas. Los niños aprenden los nombres de muchas cosas que nunca han visto en el mundo real y comprenden que esas representaciones gráficas, fotos, dibujos y "objetos" pequeños (coches, animales, etc.), evocan algo real que existe y que podrán reconocer cuando lo vean. También aprenden de este

modo los nombres de los objetos familiares que asocian y clasifican [5].

Actividades de denominación

La denominación es una actividad de lenguaje expresivo en la que el alumno nombra los objetos así como sus propiedades, cualidades y posiciones espaciales. Es suficiente que emita sonidos distintos para los diferentes estímulos, de modo que un mismo sonido lo utilice siempre y sólo para un mismo objeto o una propiedad. Lo que interesa en ese momento es la fluidez cognitiva y mental, más que la claridad del habla [6].

Al elegir uno de los niveles se inicia el uso de la RA (realidad aumentada) donde se hace uso de un marcador. Cada uno de los niveles comienza con la actividad de asociación, una vez que se ha contestado correctamente se pasa a la siguiente actividad que es la de clasificación, posteriormente a la de clasificación y por último a la de denominación. Una vez terminada la última actividad de un nivel, se inicia el siguiente.

Realidad aumentada

Ronald Azuma [7], define la RA como una variación de la realidad virtual, la cual permite al usuario ver objetos virtuales sobrepuestos en el mundo real. Dicho esto, define que un sistema de realidad aumentada es aquel que:

1. Combina mundo real y mundo virtual
2. Es interactivo en tiempo real
3. Se registra en 3 dimensiones (3D)

Por lo tanto, la RA complementa la realidad, en lugar de sustituirla por completo.

Para implementar la RA se deben llevar a cabo las siguientes principales tareas [8]:

Captación del entorno

Captura el entorno al cual se le superpondrá la información virtual. Requiere de un dispositivo que permita reconocer la escena para después procesarla.

Identificación del entorno

Se encarga de analizar el entorno que se capturó, éste proceso puede realizarse mediante el reconocimiento de marcadores, estimación de la posición o por una identificación híbrida la cual es una mezcla de ambas.

Aumento de la realidad

Es la tarea que superpone la información virtual (texto, imagen, video, audio) en el entorno real que se capturó.

Visualización

Es el último proceso que se realiza de la realidad aumentada, consiste en mostrar el escenario aumentado al usuario por medio de un dispositivo de visualización.

En la Figura 5 se puede observar de forma esquemática este proceso.

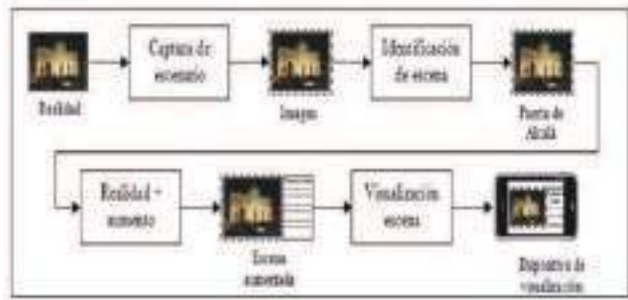


Figura 5: Esquema de funcionamiento de un sistema de realidad aumentada típico. Copyright [9]

Un sistema de RA requiere de los siguientes elementos [10]:

Una cámara o elemento que capture las imágenes

Estas cámaras habitualmente son las webcams de las computadoras o las cámaras que llevan integrados los dispositivos móviles. Su función principal es la de transmitir la información del mundo real al procesador del sistema de realidad aumentada.

El procesador

Elemento que interpretará tanto la información del mundo real que le llega a través de la cámara como la información que debe superponer sobre este mundo real. Es el elemento que integra los dos mundos.

El marcador

Este es el elemento donde se van a reproducir las imágenes creadas por el procesador y donde se ve, a través de la pantalla donde se reproduzca la imagen, el modelo en 3D que nos ofrece la realidad aumentada. Si se mueve el marcador, el modelo 3D se moverá con él, cambiará de tamaño. Hay varios tipos de marcadores, los que están impresos en papel o los que usan objetos que son reconocidos por un determinado software y nos conducen a la experiencia de la realidad aumentada.

Elemento activador

Este componente es el que hace tan atractivo el uso de los dispositivos móviles conjuntamente con la realidad aumentada ya que esta tecnología usa elementos de estos, tales como la brújula, el GPS y el acelerómetro. Estos elementos calculan la posición de nuestro dispositivo.

Esta aplicación se diseñó para que la RA se visualizara a través del reconocimiento de un marcador, mostrado en la Figura 6.



Figura 6. Marcador utilizado para visualizar la RA.

Este marcador permite que los objetos realizados en 3D puedan visualizarse a través de la pantalla.

RESULTADOS

Al elegir el nivel de "Gato" aparece la primera actividad que es la de asociación, donde una vez que se enfoca la cámara trasera de la tableta sobre el marcador aparece la escena.

En la Figura 7, se escucha la instrucción: "Este es un gato, selecciona el gato para avanzar".

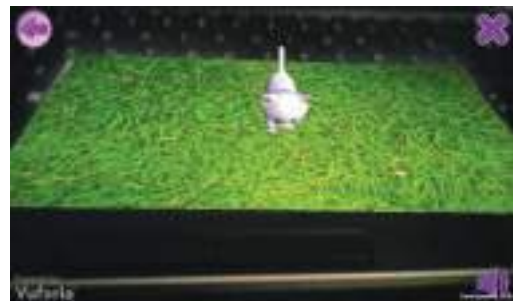


Figura 7. Actividad de asociación.

En la Figura 8, se muestra la actividad de selección donde se escucha la instrucción: "¿Cuál de estos animales es un gato?".



Figura 8. Actividad de selección.

En la Figura 9, se muestra la actividad de clasificación donde se escucha la instrucción: "¿Qué animales son iguales?".



Figura 9. Actividad de clasificación.

En la Figura 10, se muestra la actividad de denominación donde se escucha la instrucción: "¿Qué animal hace este sonido?".



Figura 10. Actividad de denominación.

Cada que se conteste correctamente en las actividades, aparece una escena de *Felicitación* dando la opción de *avanzar actividad*, *retroceder actividad* o *salir*. Tal como se muestra en la Figura 11. En caso de que se conteste incorrectamente, se repite la instrucción, ya que no se hará énfasis en que el niño cometió un error.



Figura 11. Escena de "Felicitación".

Para ingresar al tipo de misiones y posteriormente a las actividades, se tiene la escena principal, la cual se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Escena principal "Inicio".

En la escena principal existe la opción de *Información* que aparece representada por la letra "i". Véase Figura 13. Una vez que se selecciona se despliegan las instrucciones del funcionamiento de la aplicación, estas están dirigidas a los padres y/o tutores de los niños para que puedan explicar al niño cómo se utiliza la aplicación.



Figura 13. Instrucciones de la aplicación.

La creación de la aplicación fue hecha través del motor gráfico Unity 3D junto con el SDK de Vuforia exportándose con éxito para la plataforma móvil Android mediante su SDK.

La metodología establecida para este proyecto, permite realizar pruebas de la aplicación en cada una de las fases siguientes: iniciación, producción, estabilización y prueba del sistema, por lo que fue necesario establecer un plan de pruebas que permite ir observando el desarrollo de toda la aplicación.

Se tomo en cuenta los siguientes aspectos para la realización de pruebas de la aplicación:

1. Requerimientos funcionales
2. Interfaces
3. Requerimientos no funcionales
4. Uso del marcador

Se realizaron pruebas de funcionalidad, de interfaces y de usabilidad resultando satisfactorias.

En cuanto al uso del marcador, se realizaron pruebas de distancia para el reconocimiento de este a través de la cámara trasera de la tableta. Véase la tabla 1. Donde el marcador que se definió fue el de 19 x 9 cm.

Tabla 1. Pruebas de distancia del marcador.

Tamaño del marcador	Distancia mínima	Distancia máxima
6.3 x 4.5 cm	5.0 cm	45 cm
13.0 x 6.0 cm	6.5 cm	60 cm
19.0 x 9.0 cm	8.5 cm	80 cm
22.0 x 10.5 cm	10 cm	101 cm
27.0 x 13.0 cm	13 cm	130 cm

Casos de pruebas e interfaces

Este tipo de pruebas examina si el sistema cubre sus necesidades de funcionamiento, acorde a las especificaciones de diseño. En ellas se debe verificar si el sistema lleva a cabo correctamente todas las funciones requeridas, se debe verificar la validación de los datos y se deben realizar pruebas de comportamiento ante distintos escenarios.

Pruebas de usabilidad

Para la versión 3 de la aplicación, se realizó una visita a la Fundación John Langdon Down A. C. donde la responsable de coordinación académica interactuó con la aplicación.

Las pruebas iniciales de la aplicación se realizaron primero con la coordinadora y no directamente con los niños, ya que se necesita la aprobación de los Padres de familia y de la aceptación de dirigentes de la Fundación para aceptarla como parte de las actividades programadas.

Para medir el grado con el cual consideró fueron sus respuestas, se consideró la siguiente escala:

- 3 = Mucho
- 2 = Regular
- 1 = Poco
- 0 = Indiferente

Donde el número 3 cumple sus expectativas bastante bien y el número 0 no cumple para nada sus expectativas. De esta forma se podrá interpretar las respuestas dadas. Todas las pruebas arrojaron un nivel 3 con excepción de dos de ellas, las cuales dependen de la calidad de dispositivo móvil.

Requerimiento de entorno

Para la realización de pruebas de la versión 3, se utilizó una tableta Samsung Galaxy Tab 3.

Corrección de defectos en la aplicación

Las modificaciones que se realizaron en la aplicación fueron las siguientes:

- Detectar correctamente los objetos 3D de acuerdo a las instrucciones.
- La secuencia de pantallas se definió correctamente.

CONCLUSIONES

Los objetivos alcanzados fueron los siguientes:

- ✓ El diseño y creación de una aplicación con una serie de actividades basadas en el método perceptivo-discriminativo, donde se establecieron tres tipos de misiones diferentes.
- ✓ El establecimiento de cada una de las misiones, implicó que cada una fuera un campo semántico diferente, donde cada misión tiene un total de diez actividades.

- ✓ El diseño de cada actividad implicó que cada una de ellas contuvieran las etapas del método perceptivo-discriminativo (de asociación, selección, clasificación y denominación).
- ✓ Posibilitar la realidad aumentada en cada una de las actividades y poder visualizarla a través del uso de un marcador.

Además el desarrollo de este proyecto cumplió con el objetivo que fue implementar una aplicación para plataforma móvil con una serie de actividades diseñadas a partir del método de aprendizaje perceptivo-discriminativo donde la realidad aumentada sirve como una excelente herramienta para captar y mejorar la atención de los niños con Síndrome de Down.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación John Langdon Down A. C. quien sin duda alguna siempre ha mostrado su apoyo y orientación a la realización de la aplicación. Al IPN (Instituto Politécnico Nacional) ESCOM (Escuela Superior de Computo) por el apoyo para la realización del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Down21.org, 'Información básica sobre el síndrome de Down', 2015. [Online]. Disponible en: http://www.down21.org/web_n/index.php?option=com_content&view=category&id=1023:quees&Itemid=117&layout=default.
- [2] Sindromedown.net, 'Síndrome Down: DOWN España', 2015. [Online]. Disponible en: <http://www.sindromedown.net/sindrome-down/>.
- [3] Down21materialdidactico.org, 'Síndrome de Down: Lectura y escritura', 2015. [Online]. Disponible en: <http://www.down21materialdidactico.org/librolectura/libro/capitulo4/asociacion.htm>.
- [4] Down21materialdidactico.org, 'Síndrome de Down: Lectura y escritura', 2015. [Online]. Disponible en: <http://www.down21materialdidactico.org/librolectura/libro/capitulo4/seleccion.htm>
- [5] Disponible en: <http://www.down21materialdidactico.org/librolectura/libro/capitulo4/clasificacion.htm>. Nombre completo de la Organización (AÑO). *Título del libro*. Ciudad, INICIALES DEL PAÍS: Editorial
- [6] Down21materialdidactico.org, 'Síndrome de Down: Lectura y escritura', 2015. [Online]. Disponible en: <http://www.down21materialdidactico.org/librolectura/libro/capitulo4/denominacion.htm>. Apellidos Autor 1, Iniciales del Autor 1 (A. B.). Apellidos Autor 2, Iniciales del Autor 2 (C. D.). (MES DIA, AÑO). *Título de la página WEB*. Obtenido de: <http://>
- [7] R. Azuma, 'A Survey of Augmented Reality', *In Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6, pp. 355-385, 1997.
- [8] J. Cruz León, J. Rodríguez Flores and J. Martínez Mireles, 'Análisis de la Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles', 2013.
- [9] H. López Pombo, 'Análisis y Desarrollo de Sistemas de Realidad Aumentada', Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 2010.

[10] E. Martínez Cruz, 'La realidad aumentada aplicada en los dispositivos móviles: una alternativa educativa', *Revista*

Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, no. 12, 2014



Aplicación Móvil de apoyo para el aprendizaje de fracciones en el 3er ciclo de primaria

Erik René Soltero Salcido	Blanca Maricela Ibarra Murrieta	Leonardo Nevárez Chávez
Instituto Tecnológico de Chihuahua II	Instituto Tecnológico de Chihuahua II	Instituto Tecnológico de Chihuahua II
Rincón de San Felipe #122	Paraíso #8904	Luis Quintanilla #14957
Chihuahua, Chih.	Chihuahua, Chih	Chihuahua, Chih
52 614 1962252	52 614 4425032	52 614 2410030
Soltero_xplod@hotmail.com	Depi.tec2@outlook.com	Leonevarez71@hotmail.com

RESUMEN

El gobierno del país ha implementado el programa de Inclusión y Alfabetización Digital que tiene como meta lograr la entrega de cerca de seis millones de tabletas electrónicas gratuitas para alumnos de quinto año de primaria y maestros de todo el país al término de la administración actual [1] con el fin de reducir la brecha digital existente. Para aprovechar estos recursos y resolver el problema que se presenta actualmente en una escuela primaria de gobierno en el Estado de Chihuahua, donde los alumnos de tres grupos de 5to grado presentan el 98.6 % de reprobación en el tema de fracciones; es que se desarrolla esta investigación.

La solución planteada consiste en el desarrollo de una aplicación móvil para apoyar al maestro en el proceso de enseñanza-aprendizaje de fracciones en 5to grado de primaria, avalado por el programa de la Secretaría de Educación Pública [2]. La herramienta es un juego "Role Playing Game (RPG)" [3] donde se desenvuelve una historia narrativa sobre criaturas mágicas y héroes que buscan salvar a sus amigos. La temática presenta ejercicios de fracciones que para ser resueltos requiere de elementos de magia inmersos en el juego y la interacción con buscadores Web para definir conceptos y el correo electrónico

para mandar sus resultados al maestro; además en la narrativa de la historia se enseñan valores como: Respeto, Sinceridad, Solidaridad, Cortesía, Consideración, Tolerancia y Responsabilidad. Cada tema está relacionado con niveles de complejidad que el alumno debe resolver el cual se evalúa llevando un control de su aprendizaje. Los resultados se muestran en formato individual o grupal en texto o en gráficas.

Palabras Clave

Fracciones; Aplicación; Videojuegos; Valores; Primaria

1. INTRODUCCION

Los principios que rigen el actual Sistema Educativo Nacional de México, se sintetizan en el Art. 3°. Constitucional. En este quedan comprendidos su orientación, contenidos, valores e ideales que se anhelan para el pueblo mexicano. El Artículo 3° establece que "Todo individuo tiene derecho a recibir educación". En este sentido, la escuela pública actual es una respuesta a la obligación del Estado de ofrecer educación básica gratuita a la población, particularmente de escasos recursos que no están en posibilidades de asistir a escuelas particulares. Por un afán de mejorar la educación pública el gobierno implemento el programa de Inclusión y Alfabetización Digital [1] que tiene como meta lograr la entrega de cerca de seis millones de tabletas electrónicas gratuitas para alumnos de quinto año de primaria y maestros de todo el país al término de la administración actual.

El proyecto se desarrolla para la escuela primaria Independencia 2790 ubicada en la calle segunda y Eucalipto S/N en la colonia Cerro Grande en la ciudad de Chihuahua, Chih. Es una escuela pública, que se encuentra ubicada en la periferia sur de la ciudad, por lo que carece de recursos para cubrir sus necesidades básicas; sin embargo en Mayo de 2015 recibió por parte del gobierno del estado unas tablets que fueron asignadas a 3 de grupos de primaria

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

de quinto grado, siendo un total de 75 alumnos de los cuales, sólo se recibieron 58 y faltaron 17 por razones desconocidas.

Los alumnos de quinto grado que son los que se beneficiaron con la tablet, presentan problemas de aprendizaje en las diferentes disciplinas, de acuerdo a la información proporcionada por los maestros de cada grupo. Se arrojan los siguientes porcentajes de la evaluación aplicada a 75 alumnos de todas las materias y en los semestres comprendidos entre 2015 – 2016: 25.6% con insuficiente, 55.8% con elemental, 16.3% con bueno y 2.3% con excelente. El promedio de calificación en los primeros tres bimestres son: primero; hombres 7.4 y mujeres 7.4, segundo; hombres 7.2 y mujeres 7.8, tercero; hombres 6.8 y mujeres 7.0. Estos datos demuestran claramente la problemática, ya que los ubican dentro del nivel elemental de acuerdo a los parámetros manejados por la escuela. De 58 alumnos que cursan el 5to grado de primaria, fueron dos los que aprobaron el examen de diagnóstico de manejo de **fracciones** lo que representa el 96.5 % de alumnos reprobados.

Los docentes de quinto grado comentan que resulta frustrante encontrar que los alumnos presentan dificultad para contestar los ejercicios y no se obtienen los resultados deseados. En cada clase hacen las preguntas ¿Está todo claro? pero obtienen como respuesta un ¡sí! aparentando estar todo bien. Ante esta situación, es importante encontrar la estrategia más adecuada para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje [8][10] en los temas de algunas materias con mayor índice de reprobación como el manejo de fracciones en la materia de matemáticas.

La propuesta es un videojuego RPG, donde se representa cabalmente a cuatro personajes que son alumnos que interactúan iniciando en un escenario escolar y después viajan a un mundo de fantasía. Presenta dinámicas, ejercicios interactivos, evaluaciones del avance del aprendizaje con base en el aprendizaje significativo y el conectivismo [16][18][19]. La aplicación se diseña como un juego interactivo con niveles de complejidad, donde tiene que resolver situaciones para avanzar por lo que es importante interactuar con sus compañeros haciendo uso de las herramientas de internet. Puede ser utilizada en el salón de clases y en el hogar como una herramienta de apoyo para el maestro.

De esta manera se aprovecha el recurso de las tablets para enseñar a los alumnos de quinto grado el tema de las “Fracciones” y al mismo tiempo se introduce al alumno al manejo de las tecnologías [14]. A través del uso de la aplicación y conforme el alumno avance en los temas y en la complejidad de los mismos, va requerir utilizar los navegadores para buscar información, el correo electrónico para compartir información con sus compañeros, realizando coevaluaciones y autoevaluaciones sobre los resultados obtenidos.

1.1 Planteamiento del Problema

Los alumnos de quinto grado presentan debilidad en el tema de fracciones. Se estudia todo el material de clase, presentan el examen y tienen bajos aciertos, debido a la falta de motivación, no aclararon las dudas, por falta de práctica y/o ejercicios según respuestas de tres profesores entrevistados.

Se aplicó un examen de diagnóstico a tres grupos de quinto que representa 58 alumnos. Los resultados de la evaluación aplicada al grupo A, muestra en la figura 1.1.1 el 100 % de alumnos reprobados.



Figura 1.1.1. Resultados del Grupo 5to A.

En la figura 1.1.2 se muestran los resultados de la evaluación aplicada al grupo de quinto B.



Figura 1.2.2. Resultados del Grupo 5to B.

En la figura 1.1.3 se muestran los resultados de la evaluación aplicada al grupo de quinto C.



Figura 1.2.3. Resultados del Grupo 5to C.

Al analizar los resultados y observando que el 11.1% de los niños que pasaron el examen del grupo de 5to B nos muestra que los temas si se vieron en clase y que el examen no era imposible de resolver, entonces ¿Por qué el resto de los alumnos lo reprobaron? Como se ha mencionado antes los alumnos tienen una falta de motivación, las clases convencionales cada vez les llama menos la atención y no logran captar el interés del alumno [13], juntando esto con la falta de ejercicios y práctica estamos presenciando poco a poco el fracaso de la enseñanza tradicional.

1.2 Alcances y Limitaciones

Alcances

La aplicación está diseñada para la enseñanza del tema de Fracciones para tercer ciclo de nivel primaria, los grados de primaria se dividen en 3 ciclos el primero abarca primero y segundo, el segundo ciclo abarca tercero y cuarto y el tercer ciclo abarca los grados quinto y sexto.

Limitaciones

Esta versión está enfocada para las tablets con Windows 8.1. Ya que estas tablets son las que donó el Gobierno del Estado de Chihuahua.

1.3 Justificación

- Es importante para la escuela, porque ofrece una herramienta de apoyo para el aprendizaje. Es útil para el maestro porque observa el avance del aprendizaje del alumno y hace más eficiente su tiempo.
- Para los estudiantes representa una forma atractiva para aprender el tema de Fracciones a través de un juego RPG.
- Se toman en cuenta para su desarrollo las estrategias que utiliza el maestro en clase como: trabajo en equipo, las técnicas y modelos que se utilizan en las Tecnologías de Información como el conectivismo, aprendizaje móvil y gamificación.
- En esta investigación se revisaron las principales tiendas de aplicaciones como son la App Store (Apple, 2008), la Play Store (Google, 2012) y la Tienda (Microsoft, 2012) y las aplicaciones encontradas no cumplen con las características planteadas.

2. ANALISIS Y DISEÑO

Para desarrollar nuestra aplicación se ha utilizado la metodología de cascada ya que se adecua muy bien a nuestro desarrollo por ser un modelo secuencial de etapas [4][5][6][7].

2.1 Análisis

Como parte del análisis se ha establecido que la aplicación debe tener un control de usuario, dependiendo si va a ser utilizada por el alumno o por el profesor por medio de una contraseña. Además se analiza que el juego y su historia tiene que estar dividida en niveles y en cada nivel diferentes grados de dificultad; al mismo tiempo la historia del juego debe inculcar valores al alumno, todo esto con una constante evaluación del alumno y ayudado por los buscadores y correo electrónico para adquirir puntos extras en su evaluación como se muestra en la figura 2.1.1.

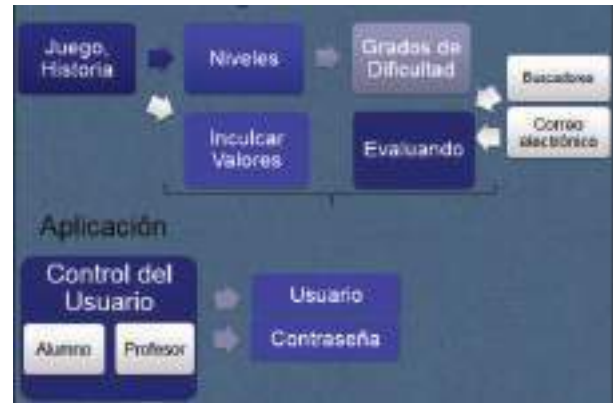


Figura 2.1.1. Análisis de la Aplicación.

2.2 Diseño

Para crear una aplicación se puede utilizar cualquier lenguaje de programación, pero para poder crear un juego, la programación se vuelve más complicada, y lograr un nivel de calidad llamativo para el alumno. Existen algunos juegos educativos que no captan la atención y motivación del alumno, ya que terminan siendo aplicaciones que manejan las imágenes en dos dimensiones y no interactivas; por lo que son monótonas y aburridas, no más divertidas que usar una hoja de papel y lápiz.

Afortunadamente hoy en día hay varios motores para crear videojuegos excelentes con bonitos y llamativos gráficos y efectos, lo mejor de todo es que su uso es gratuito y cuentan con una gran comunidad.

Para nuestra aplicación se utilizan varios motores o programas para las diferentes etapas como: diseño de personajes, modelado de niveles, animación y programación, entre ellos son: Blender (Roosendaal, 2002), Unity (Unity Technologies, 2005) y Unreal (Epic Games, 1998).

El diseño de los combates es como se muestran en la figura 2.2.1 para que el alumno pueda realizar un ataque exitoso, se requiere que resuelva correctamente la operación, escogiendo la opción correcta.

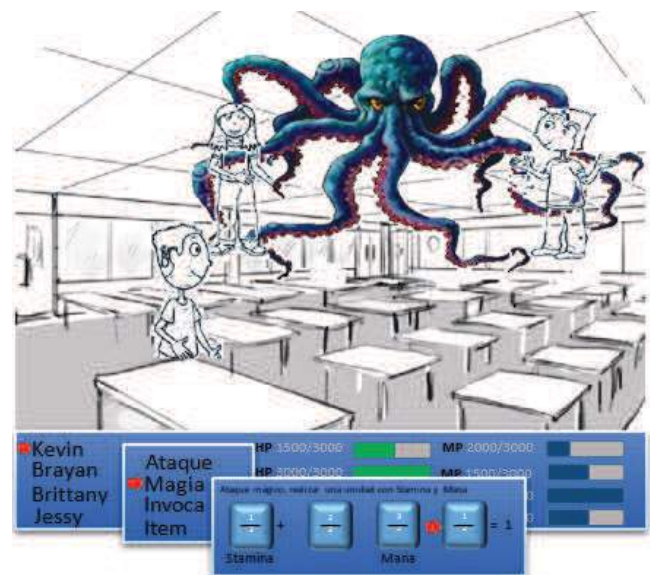


Figura 2.2.1. Diseño de la Aplicación.

Se ha opta por un diseño en 3D como se muestra en la figura 2.2.2, para atraer a los alumnos y tenerlos motivados, ya que los juegos actuales que los alumnos juegan están diseñados de esta forma.



Figura 2.2.2. Diseño en 3D.

3. CONCLUSIONES

Esta aplicación se encuentra desarrollada en un 70%. El contenido temático, las estrategias didácticas y los ejercicios planteados, van a ser evaluados por un grupo de expertos que son los maestros de clases de quinto grado. Se van a realizar pruebas con los grupos quinto grado de este año en curso, para validar la temática, la complejidad de los ejercicios y el grado de aceptación por parte de los alumnos. Esperamos captar el interés del alumno con la historia del juego y apoyarlos en su aprendizaje en el tema de fracciones, aprovechando las tablets que poseen y adentrarlos al aprendizaje móvil y al uso de las tecnologías.

4. REFERENCIAS

- [1] Diario oficial de la federación de México (2014, 31, octubre). DECRETO por el que se crea la Coordinación General @prende.mx, como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública. DOI=http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5366634&fecha=31/10/2014
- [2] Secretaría de Educación Pública. (2011) Plan de Estudios 2011, Educación Básica, PRIMERA edición, México, D. F. DOI=<http://www.curriculobasica.sep.gob.mx/images/PDF/planestudios11.pdf>
- [3] Lacasa P. (2011). Los videojuegos, Aprender en mundos reales y virtuales, Madrid: Morata. DOI=<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=NJxyAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=el+juego+como+parte+del+aprendizaje+2011&ots=JoeqihyrTY&sig=rqbZP0qKW9bIm5SXLfelE1niPS4#v=onepage&q=el%20juego%20como%20parte%20del%20aprendizaje%202011&f=true>
- [4] Braude, E. (2003). Ingeniería de software, una perspectiva orientada a objetos. México: Alfaomega.
- [5] Pressman, R. (2010). Ingeniería del software, un enfoque práctico. México: MacGrawHill.
- [6] Bruegge, B & Dutoit, A. (2002). Ingeniería de software orientado a objetos. México: Pearson.
- [7] Sommerville, I. (2005). Ingeniería del software. México: Pearson Educación.
- [8] S/A. “Medios y fines didácticos. Cap. I. Enciclopedia técnica de la educación. Ed. Santilla. España. 1970 pp. 277-278-286
- [9] MONEREO, Carles. Cap. 1 “Las estrategias de aprendizaje: ¿Qué son? ¿Cómo se enmarcan en el currículum?” en Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Ed. Graó. España. 3era. Ed. 1997. P. 23 DOI=http://www.recrea-ed.cl/material_didactico_y/recursos.htm
- [10] S/A. “Medios y fines didácticos. Cap. I. Enciclopedia técnica de la educación. Ed. Santilla. España. 1970 pp. 278
- [11] DOMÉNECH, Joan, Jesús Viñas. La organización del espacio y el tiempo en el centro educativo. Pág. 34 DOI=http://www.recrea-ed.cl/material_didactico_y/recursos.htm
- [12] VILLALPANDO, José Manuel. “Cap. XI Los auxiliares de la enseñanza” en Didáctica. Ed. Porrúa. México 1970
- [13] Contreras R. & Eguia J. & Solano LL. (2011). Videojuegos como un entorno de aprendizaje, Madrid: Revista ICONO. DOI=<http://www.icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/view/35>
- [14] Sáenz J. (2010). Utilización de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje, valorando la la incidencia real de las tecnologías en la práctica docente. pp. 183-204 DOI=https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/1358/fi1303143464-dicencia_e_invest_2011.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- [15] Patiño N. (2012). Estrategias Mediadas por la Tecnología que Contribuyen al Desarrollo y Socialización del Conocimiento en el área de Matemáticas de Nivel Básico - Edición Única, Colombia: Tecnológico de Monterrey, Universidad Virtual DOI=<https://repositorio.itesm.mx/ortec/handle/11285/571309>
- [16] Piaget, Jean (1964). “Desarrollo y aprendizaje”. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. Antología Básica. El niño, desarrollo y proceso de construcción del conocimiento. Páginas 33-41.
- [17] Malrien, P. (1981). “El medio social y el desarrollo: un punto de vista”. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. Antología Básica. El niño, desarrollo y proceso de construcción del conocimiento. Páginas 49-52.
- [18] Ajuariaguerra, J. (1983). “Estadios del desarrollo según J. Piaget”. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. Antología Básica. El niño, desarrollo y proceso de construcción del conocimiento. Páginas 53-56.
- [19] Vygotsky. (1979). “Zona de desarrollo próximo. Una nueva aproximación” UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. Antología Básica. El niño, desarrollo y proceso de construcción del conocimiento. Páginas 76-80.
- [20] Bruner, J. (1986). “Juego, pensamiento y lenguaje”. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL. Antología Básica. El niño, desarrollo y proceso de construcción del conocimiento. Páginas 81-86.



Desarrollo de un Micromundo como Objeto Virtual de Aprendizaje, para el apoyo del proceso de enseñanza – aprendizaje en la multiplicación y división de fraccionarios

CAMILO ANDRÉS LEON CUERVO

Tecnólogo en Sistematización de Datos
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
+57 313 883 64 74
kmilo__14@hotmail.com

MARÍA ALEJANDRA BONILLA DÍAZ

Tecnólogo en Sistematización de Datos
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
+57 321 424 31 19
malejandrabd@hotmail.com

RESUMEN

Los niños desarrollan gran parte de su capacidad cerebral gracias a las matemáticas, es por esta razón que es necesario aprender y comprender la totalidad de los temas que abarca esta área, temas como los fraccionarios y las operaciones con estos. Para esto, es necesario implementar modelos de enseñanza que incluyan herramientas que le permitan al estudiante interactuar y alcanzar la apropiación de conocimientos por completo. En este artículo, se hace una descripción de algunas problemáticas asociadas a las necesidades de implementar objetos virtuales de aprendizaje en el área de matemáticas, presentando como solución el aplicativo: “Micromundo Educativo Accesible para la Enseñanza de Multiplicación Y División de Fraccionarios en Educación Primaria”, describiendo su proceso de desarrollo y sus componentes.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Palabras clave

Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), Micromundos, Multiplicación y División de Fraccionarios.

ABSTRACT

Children develop much of their brain power thanks to mathematics, it is for this reason that we must learn and understand all the topics covered in this area, topics such as fractions and operations with them. For this it is necessary to implement teaching models that include tools that allow the student to interact and achieve the appropriation of knowledge altogether. In this article, a description of some problems associated with the need to implement virtual learning objects in the area of math is done, posing as the application solution: "Micromundo Accessible Education for Teaching Multiplication and Division Fractional Primary Education" describing their development process and its components.

Keywords

Virtual Learning Object (OVA), Microworld, Fractional Multiplication and Division.

1. INTRODUCCIÓN

Los grandes avances tecnológicos de los últimos años han logrado cambiar diversos aspectos de la sociedad, la forma en que se comportan los seres humanos ha sufrido grandes variaciones, sus interacciones con otros seres humanos, la forma en que se comunican, la forma en que desarrollan sus labores diarias e

incluso las metodologías de enseñanza están cambiando e implementar soluciones informáticas se hace imprescindible para afrontar estos cambios.

En otro contexto, es de gran importancia hacer referencia a los déficits encontrados en los estudiantes en áreas de conocimiento como lo son las matemáticas, cuya problemática a nivel nacional representa, por decirlo así, una vergüenza. En pruebas evaluativas como lo son las pruebas PISA (Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes), para el año anterior, 2014, Colombia obtuvo los más bajos resultados en educación financiera, asociada al área de matemáticas, quedando en el último lugar de la tabla de los países evaluados. [1]

En específico, sobre los procesos de aprendizaje de Fraccionarios y las operaciones de Multiplicación y División con estos. En estudios realizados en diferentes instituciones educativas, se ha podido concluir que numerosos estudiantes no logran representar números fraccionarios, operar con ellos o establecer equivalencias. Los errores post instruccionales analizados señalan que no han construido el concepto de “fracción” centrado en las relaciones “parte-todo”. Quedan comprometidos, así, todos los aprendizajes sobre números racionales subsiguientes. [2]

Por lo anterior, el “Micomundo Educativo Accesible para la Enseñanza de Multiplicación Y División de Fraccionarios en Educación Primaria” se desarrolla como una alternativa a las nuevas metodologías de enseñanza, cuyo contenido está orientado a apoyar los procesos de enseñanza – aprendizaje en el área de las matemáticas. Este, es un software educativo clasificado como un OVA (Objeto Virtual de Aprendizaje), definido por Wiley [3] (2001), como cualquier recurso digital que se puede utilizar como apoyo para el aprendizaje, dentro de los cuales, se encuentran contenidos y actividades de aprendizaje que posibilitan la interacción con el saber y promueven procesos de análisis, reflexión y aplicación del conocimiento, bajo el enfoque de aprendizaje auto dirigido que requiere disciplina y autonomía por parte del estudiante. [4]

Este artículo tiene como finalidad describir, de forma general, los procesos empleados en el desarrollo del “Micomundo Educativo Accesible para la Enseñanza de Multiplicación Y División de Fraccionarios en Educación Primaria”, sus componentes y alcances en estudiantes de aproximadamente 8 y 10 años que se encuentren cursando cuarto y quinto de primaria.

2. METODOLOGÍA

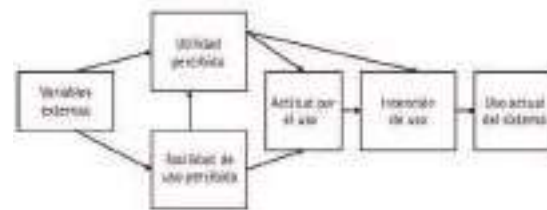
El micomundo desarrollado se planteó como objetivo general “Desarrollar un micomundo accesible para apoyar la enseñanza de la multiplicación y división de fraccionarios en contextos de diversidad” para lo cual aplico la metodología de desarrollo RUP (Proceso Unificado Racional) adaptado a las necesidades de desarrollo de un Objeto Virtual de Aprendizaje.

Para el cumplimiento del objetivo general del proyecto, inicialmente se realizó un análisis de requerimientos, y un análisis teórico y referencial orientado en los micomundos, la informática educativa, el modelo pedagógico constructivista, la resolución de problemas, la multiplicación y división de fraccionarios, y la accesibilidad web. Se recopiló información directamente de la web soportada por los artículos publicados por expertos en educación y desarrolladores de OVAs.

Para el diseño, desarrollo y posterior implementación, se logró establecer un modelo de micomundo que introdujo 5 módulos de interacción, estos son: usuarios, conceptos, evaluación, interacción y ayuda. En el diseño, se definió la arquitectura utilizada en el micomundo; en el desarrollo e implementación, se aplicó lo estructurado en la fase de análisis y diseño bajo un lenguaje de programación y componentes que apoyan su desarrollo, tales como JSF (Java Server Faces) apoyado en Primefaces, Hibernate, MySQL, FLASH, entre otros. Aplicando el modelo de conocimiento del estudiante (adquisición, evaluación), el modelo conceptual del dominio (conocimiento sobre el tema a enseñar) y el modelo de competencias adquiridas por el estudiante.

Las pruebas del sistema se desarrollan teniendo en cuenta las pruebas de integración del sistema que plantea la metodología RUP, y finalmente se validó haciendo uso del modelo de aceptación tecnológica TAM, con una muestra de cinco usuarios. Cada uno recorre el material, y al final diligencian una encuesta para el análisis de involucramiento, facilidad de uso percibida, utilidad percibida y actitud hacia el uso. El proceso grafico del Modelo de Aceptación Tecnológica se presenta a continuación en la Figura 1.

Figura 1: Modelo de Aceptación Tecnológica TAM.



Fuente: Davis (1989)

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

El software fue desarrollado en el motor de base de datos MySQL, el entorno de desarrollo Netbeans IDE; junto con frameworks como Hibernate y Java Server Faces, empleando en este último el lenguaje java; Javascript y xhtml soportado en el servidor de aplicaciones Apache Tomcat 7.0.55. Se desarrolló un micomundo con los siguientes módulos:

3.1 Módulo de usuarios

El módulo de usuario se diseñó, para la gestión de docentes, estudiantes y administradores. Este módulo brinda a un usuario administrador la posibilidad de crear, modificar eliminar y consultar los datos de los diferentes usuarios.

Este módulo registra sobre cada usuario sus nombres, apellidos, teléfono y e-mail. En la Figura 2, puede visualizarse lo contenido en el micomundo sobre el módulo de usuarios.

Figura 2: Módulo de Usuarios



Fuente: Autores

3.2 Módulo de conceptos

En el módulo de conceptos se encuentran conceptos relacionados a los fraccionarios en general, que fortalecen los conocimientos previos que se deben tener en cuenta para posteriormente lograr el aprendizaje de la multiplicación y división de fraccionarios. Este módulo permite al usuario administrador crear, consultar, modificar y eliminar; al usuario docente, le permite consultar y modificar; por su parte el estudiante tiene acceso a la consulta de cada concepto.

Este módulo registra el nombre, la definición y una imagen asociada a cada concepto. En la Figura 3, puede visualizarse lo contenido en el micromundo sobre el módulo de conceptos.

Figura 3: Módulo de Conceptos



Fuente: Autores

3.3 Módulo de evaluación

El módulo de evaluación está diseñado, de forma general, para el análisis de resultados previos y posteriores a la interacción con la historia diseñada en el micromundo. Al usuario administrador, se le permite crear un formato para diseñar cada Test; El usuario docente, es quien gestiona cada test, permitiéndosele crear, modificar, consultar y eliminar cada pregunta; el estudiante, es el actor principal de este módulo, ya que para este, se realizan los procesos de gestión con el fin de que puedan evaluarse sus conocimientos y avances en el micromundo. En la Figura 4, puede visualizarse lo contenido en el micromundo sobre el módulo de evaluación.

Figura 4: Módulo de Evaluación



Fuente: Autores

3.4 Módulo de interacción

El módulo de interacción se diseñó, para la visualización y relación con una historia asociada a la resolución de problemas mediante actividades. Para ello se definen 4 etapas: una etapa de repaso con contenido sobre suma y resta, una etapa sobre la multiplicación, una etapa sobre la división, y una etapa sobre las propiedades asociadas a la multiplicación y división de fraccionarios. En la Figura 5, puede visualizarse lo contenido en el micromundo sobre el módulo de interacción.

Figura 5: Módulo de Interacción



Fuente: Autores

3.5 Módulo de ayuda

El módulo de ayuda permite la visualización de guías que facilitaran la navegación por el micromundo, así como, un listado de preguntas frecuentes que le permitan a cada usuario obtener el mejor aprovechamiento del micromundo. En la Figura 6, puede visualizarse lo contenido en el micromundo sobre el módulo de ayuda.

Figura 5: Módulo de Interacción



4. CONCLUSIONES

Los objetos Virtuales de Aprendizaje proporcionan un entorno de saber diferente pero significativo como ayuda adicional a los docentes y estudiantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje; cuyas características lúdicas y didácticas brindan una alternativa que pueda marcar la diferencia en los resultados evaluativos obtenidos en todas las áreas de conocimiento a las cuales se enfoquen estos objetos de aprendizaje, promoviendo de igual forma, autonomía e independencia de los estudiantes en su labor de educandos.

La interpretación de los diferentes problemas que se presentan al estudiante tanto en el aula de clases, como en su cotidiano vivir, requiere una serie de habilidades que implican la comprensión y correcta abstracción de conceptos y procesos que se fortalecen mediante el estudio de las matemáticas. Por esto, se hace imprescindible el apoyo pedagógico y profesional del área de conocimiento, dentro del desarrollo de software educativo.

Actualmente, una de las mejores formas de asegurar el aprendizaje es integrando al estudiante en los procesos de aprendizaje, logrado mediante la aplicación y consulta de contenidos dentro de situaciones controladas, que en el estudiante representen el desarrollo y uso de sus capacidades y habilidades. Estas situaciones controladas son precisamente, las que se deben establecer en el modelo de los micromundos educativos.

5. REFERENCIAS

- [1] Anónimo. (2014). *Colombia, en el último lugar en nuevos resultados de pruebas Pisa*. 2014, de El Tiempo Sitio web: <http://www.eltiempo.com/estilo-de-vida/educacion/colombia-en-el-ultimo-lugar-en-pruebas-pisa/14224736>
- [2] Pruzzo de Di Pego, V. (2012). *Las fracciones: ¿problema de aprendizaje o problemas de la enseñanza?* Revista Pilquen,

8, pp. 1-14. 2014, marzo 20. Sitio web:

http://www.revistapilquen.com.ar/Psicopedagogia/Psico8/8_Pruzzo_Fracciones.pdf

- [3] Ruiz González, R., Muñoz Arteaga, J., Álvarez Rodríguez, F. (2007). *Evaluación de Objetos de Aprendizaje a través del Aseguramiento de Competencias Educativas*. Virtual Educa Brasil, 3, 17. 2014, marzo 25, Sitio web: <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:19233&dsID=n03ruizgonz07.pdf>
- [4] Zamora Zamora, H. (2013). *diseño y evaluación de un objeto virtual de aprendizaje para la construcción y análisis de diagramas causales*. World Engineering Education Forum. Universidad Mariana, 3, pp. 1-9. 2014, marzo 28, Sitio web: <http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/52/11>

6. Bibliografía

- Bustamante, S. (2013). *Explorando micromundos*. Revista de tecnología educativa, XL, pp.5-15.
- Galvis, Panqueva, A. (2003). *Ingeniería de software educativo*. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Gordillo, Andres. (2005) Guarín, Cilia A. *Multisaberes 4*. Bogotá.: pp. 85-105. Editorial Norma
- Suarez Ruiz, P. (2000). *Núcleos del Saber Pedagógico*. Edición, Orión Editores p. 69.
- Orantes Jiménez, S.D. (2011). “*Viabilidad del Modelo de Aceptación de la Tecnología en las empresas mexicanas. Una aproximación a las actitudes y 103 percepciones de los usuarios de las tecnologías de la información*”. Revista Digital Universitaria. Volumen 12. Número 1. ISSN: 1067-6079



Desarrollo de un sitio web para la elaboración de una lista de cotejo como una herramienta tecnológica en la educación para la Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

Miguel Ruiz Jaimes
UPEMOR Boulevard
Cuahnáhuac No. 566
Jiutepec, Morelos.
México (777) 229-
3500
mruiz@upemor.edu.mx

Sandra E. León Sosa
UPEMOR Boulevard
Cuahnáhuac No. 566
Jiutepec, Morelos.
México (777) 229-
3500
lsandra@upemor.edu
.mx

Luis E. Menez
Bahena
UPEMOR
Boulevard
Cuahnáhuac No.
566 Jiutepec,
Morelos. México
(777) 229-3500
lmenez@upemo
r.edu.mx

Mayra Rodríguez
Delgado
UPEMOR
Boulevard
Cuahnáhuac No.
566 Jiutepec,
Morelos. México
(777) 229-3500
rdmo127293@up
emor.edu.mx

Lucero E. Moreno
Ortiz
UPEMOR Boulevard
Cuahnáhuac No. 566
Jiutepec, Morelos.
México (777) 229-
3500
molo139798@upemo
r.edu.mx

RESUMEN

En los últimos años, el sector educativo ha sido objeto de cambios y transformaciones sobre todo en el nivel superior para integrarse y adaptarse a las necesidades actuales desde un enfoque basado en competencias donde actualmente las instituciones universitarias se encuentran en transición.

Hoy en día las Tecnologías de Información son de gran apoyo para la educación, para lo cual es importante integrarlas en la evaluación siendo el análisis e interpretación que se realiza de forma formativa, integral y participativa, la cual permite medir las capacidades y habilidades del estudiante, donde son utilizados instrumentos de evaluación como listas de cotejo que

permitan contener las métricas de los aspectos a evaluar, esto con la finalidad de que el estudiante conozca los rubros que serán evaluados en la entrega de un proyecto.

La importancia de utilizar la lista de cotejo es permitir evaluar la eficiencia y efectividad de las destrezas de los estudiantes, que puedan evaluar su propio trabajo para saber que esperar y cumplir con cada uno de los rubros que serán evaluados.

El docente al contar con un sitio web que le permita generar una lista de cotejo, indicando el tipo de evidencia, el porcentaje que será evaluado, el sistema será capaz de generar el número de listas de cotejo por alumno que tenga inscrito en el curso, ahorrándole tiempo al docente. El sistema será apropiado para llevar a cabo los registros de desempeño de acciones corporales, destrezas, habilidades, actitudes de los resultados de las evidencias de producto, desempeño e integradoras. La finalidad de este sitio es que el maestro pueda utilizarlo en el transcurso del proceso de aprendizaje donde al generar una sola lista de cotejo pueda ser replicada con los alumnos inscritos en el curso. El alumno podrá ver áreas de oportunidad para la evidencia que deberá entregar.

Palabras claves: Lista de cotejo, rubro, tecnologías de la Información, educación EBC.

ABSTRACT

In recent years, the education sector has undergone changes and transformations especially at the top level to integrate and adapt

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

to current needs from a competency-based academic institutions where they currently are in transition approach.

Today the Information Technologies are of great support for education, for which it is important to integrate them into the evaluation being the analysis and interpretation is done formative, integral and participative, which allows to measure the skills and abilities of the student where they are used as assessment tools that allow checklists contain metrics to evaluate aspects, this in order that the student knows the areas that will be evaluated in the delivery of a project.

The importance of using the checklist is possible to assess the efficiency and effectiveness of student skills, they can evaluate their own work to know what to expect and meet each of the items that will be evaluated.

The teacher to have a web site that allows you to generate a checklist, indicating the type of evidence, the percentage to be evaluated, the system will be able to generate the number of checklists for students who have enrolled in the course, saving you time teachers. The system will be appropriate to carry out the performance records of bodily actions, skills, abilities, attitudes of the results of the evidence of product performance and inclusive. The purpose of this site is that the teacher can use in the course of the learning process where by generating one single checklist can be replicated with students enrolled in the course. The student can see areas of opportunity for evidence to be delivered.

Keywords: Checklist, item, information technologies, education EBC.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la educación superior requiere una visión renovada en la planeación para el desarrollo y promoción de nuevas tecnologías, el objetivo de este documento es el desarrollo de un sitio web que permita generar listas de cotejo por parte del maestro, donde al configurar una lista de cotejo automáticamente a cada uno de sus alumnos inscritos en el curso, las puedan visualizar y conozcan los rubros de la evaluación, este sitio web ofrecerá la facilidad al maestro de generar una sola lista de cotejo para el n número de alumnos que tenga registrados. Esto con la finalidad de evaluar las competencias siendo el conjunto de habilidades, conocimientos y valores que ayudara al alumno a desempeñarse en diferentes situaciones y a lograr sus metas .

ESTADO DEL ARTE

La educación basada en competencias es un enfoque sistemático del conocer y del desarrollo de habilidades; se determina a partir de funciones y tareas precisas. Se describe como un resultado de lo que el alumno está capacitado a desempeñar o producir al finalizar una etapa. La evaluación determina qué específicamente va a desempeñar o construir el estudiante y se basa en la comprobación de que el alumno es capaz de construirlo o desempeñarlo [8].

Evaluación en el EBC

El proceso de evaluación proporciona información que permite tomar mejores decisiones. Es un proceso de análisis e interpretación que se realiza de manera formativa, integral y participativa que retroalimenta todo el proceso. También determina la calidad académica del profesor y del participante, el proceso de estudio y la adquisición, de diferentes tipos de habilidades. [1]

El desarrollo de las competencias requiere ser comprobado en la práctica, mediante el cumplimiento de criterios de desempeño o criterios de evaluación claramente establecidos es por ello que diseñar instrumentos para que el alumno demuestre con Evidencias (ejecuciones) que puede realizar las tareas de la competencia [2]

A menudo las listas de cotejo solo proveen para indicar la presencia de la característica, el comportamiento y la ausencia de una manera que NO fue observada. Los renglones de una lista de cotejo pueden estar basados en los objetivos instruccionales, las tareas a desempeñar o las destrezas a ser adquiridas o desarrolladas por los estudiantes. De este modo, esta técnica podría ayudar al maestro a planificar actividades que atiendan las necesidades del estudiante.

Las escalas que utilizan las listas de cotejo sugieren al educador meditar sobre la frecuencia en que éstas u otras conductas se presentan [5].

Las listas de cotejo se caracterizan por su versatilidad, ya que pueden utilizarse para recopilar información de la observación de cualquier comportamiento [6].

Son útiles para evaluar: [7]

- A. Destrezas para la actuación. Pueden dividirse en una serie de actos específicos.
- B. Productos. Se da una lista de características que debe poseer el producto terminado.
- C. El desarrollo personal social. Sobre todo la evaluación

OBJETIVOS

Desarrollar un sitio web que permita gestionar instrumentos de evaluación para estudiantes de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos.

Objetivos específicos.

- Gestionar Alumnos
- Gestionar Listas de cotejo

- El alumno subirá su evidencia para que sea calificada con base a la lista de cotejo.
- El alumno visualiza la calificación de su evidencia.
- El facilitador podrá realizar búsquedas por: Grupo y Grado, Alumno y Evidencia de producto.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El punto de partida de esta investigación es utilizar una técnica de evaluación en la cual se obtenga información relevante sobre el aprendizaje y la utilizada es la lista de cotejo que consiste en una lista de criterios o de aspectos que conforman indicadores de logro que permiten establecer su presencia o ausencia en el aprendizaje alcanzado por los estudiantes [4].

La metodología a desarrollar para la realización del instrumento de evaluación fue la siguiente.

1. Fase I. Se requiere colocar los datos generales de la lista de cotejo donde se indique el número de Evidencia de producto, título, porcentaje y la materia donde será aplicada.
2. Fase II. Se deberán especificar los rubros que serán evaluados y el porcentaje que tiene cada uno la suma tiene que dar un 100 por ciento, en donde el alumno podrá visualizar cada rubro para ser evaluado el tópico.
3. Fase III. Una vez terminado se generan los números de instrumentos de evaluación para cada alumno.
4. Fase IV. El alumno una vez iniciado sesión podrá visualizar la lista de cotejo y deberá adjuntar el archivo a evaluar.
- 5.

RESULTADOS

La evaluación es la Universidad contribuye a la preparación del alumno en cuanto a sus conocimientos, habilidades, valores y actitudes.

El resultado del desarrollo del sitio web se puede apreciar en la figura 1 donde visualiza el inicio de sesión para el facilitador.



Figura 1: Inicio de Sesión

Una vez Iniciado sesión se puede mostrar los módulos de Listas de cotejo, evidencias de producto, Alumnos y grupos, en la figura 2, se puede observar.



Figura 2: Opciones del facilitador

Al ingresar al módulo de listas de cotejo figura 3. Donde el facilitador podrá rellenar un formulario con los datos correspondientes a la evaluación de producto (EP). Como por ejemplo Número de la EP, título el porcentaje por mencionar algunos, también tendrá que colocar los rubros correspondientes.



Figura 3: Lista de cotejo

Cuando el maestro termine crear su lista de cotejo el alumno al ingresar podrá seleccionar su archivo que será evaluado de acuerdo a la lista de cotejo que el maestro previamente configuro para ser evaluado el archivo. Ver figura 4.



Figura 4: Subir archivo

Cuando el maestro termine de configurar la lista de podrá visualizar a los alumnos para proceder a calificarlos o en su defecto crear una nueva Evidencia. Ver Figura 5.



Figura 5: Lista de rubricas.

Para poder calificar el maestro debe seleccionar al alumno y proceder a evaluarlo. Ver figura 6.



Figura 6: Calificar Evidencia

CONCLUSIONES

Al utilizar el sitio web, el facilitador podrá realizar sus listas de cotejo sin necesidad de hacerlo en un procesador de texto u hoja de cálculo, y estar creando un n número de archivos por

alumnos, ahora el sistema le permite gestionar sus propias listas de cotejo donde podrá colocar los rubros necesarios para que el alumno conozca la información que será evaluada, el facilitador al generar su lista de cotejo asignara la correspondiente al grupo donde a cada alumno la podrá visualizar, una vez calificada podrá ver el porcentaje de avance que tiene de la calificación final.

Este sitio podrá cumplir con las expectativas del facilitador donde ahorra tiempo en la calificación de las evidencias que se aplicaran a lo largo del cuatrimestre, donde podrá ajustar el número de evidencias que requiera.

Referencias

- [1] Ana María Gutiérrez Nava, G. C. (2001). Propuesta teórica de evaluación en la Educación Basada en Competencias. *Información General*, 147-153.
- [2] JE, M. R. (2007). Instrumentos de evaluación de competencias. *INACAP, Universidad Tecnológica de Chile*, 1-79.
- [3] G. Miranda, G. M. (2014). Estudio exploratorio acerca del nivel de implementación del modelo EBC en los. *Universidad Tecnológica de Torreón Coahuila de Zaragoza*, 1-8.
- [4] Guatemala, M. d. (2011). Herramientas en la evaluación en el aula. *Reforma educativa en el aula*, 1-130.
- [5] Hernandez, L. M. (2007). *Evaluación diagnóstica en la atención de estudiantes con necesidades educativas especiales*. Costa Rica: EUNED .
- [6] María del R. Medina - Díaz, A. L.-c. (2001). *Evaluación del aprendizaje estudiantil* . San Juan, Puerto Rico: Isla Negra.
- [7] Medina, R. O. (2002). *Las pruebas de aula*. Honduras: Guaymurás.
- [8] Vázquez, Y. A. (s.f.). *Educación basada en competencias*. Obtenido de <http://educacion.jalisco.gob.mx/consulta/educar/19/argudin.html>



Diseñador de Secuencias Didácticas con el Enfoque en Competencias para el Nivel Medio Superior de la UAGro

Gabriel Sandoval Nava

Universidad Autónoma de Guerrero
Unidad Académica de Ingeniería
Chilpancingo, Guerrero.

gsnava@yahoo.com.mx

Rene Edmundo Cuevas Valencia

Universidad Autónoma de Guerrero
Unidad Académica de Ingeniería
Chilpancingo, Guerrero.

reneecuevas@uagro.mx

RESUMEN

En la actualidad, Con el paso del tiempo se observa cada vez más un acelerado desarrollo del ambiente digital, asimismo una adaptación cada vez más fácil y casi innata del entorno y la vida misma a las tecnologías de la información.

Derivado de lo anterior es posible contar con una infinidad de infraestructuras y procesos que rigen los caminos de instituciones, proyectos y naciones alrededor del mundo, que se encuentran completamente dependientes de la informática y automatización del manejo de datos, como es el caso del sector educativo, que para este artículo se destaca describir; las TIC son un claro ejemplo de la adaptación versátil de la informática en el área de educación en toda la extensión de la palabra, específicamente en procesos de planeación y organización de programas, contenidos y métodos de enseñanza basados en hardware y software.

Con el desarrollo también de los procesos de enseñanza-

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.

Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

aprendizaje alrededor del planeta a fin de adaptarse a los cambios sociales presentes en cada entorno geográfico, es de gran ayuda soportar esos cambios de modelos educativos con bases informáticas, plataformas, sistemas, redes educativas, etc., a fin de coadyuvar las nuevas tecnologías que emergen para facilitar el devenir humano con la adecuación misma requerida en las instituciones educativas.

Una parte esencial es la aplicación real de los Planes y Programas de Estudio, tal tarea recae en las Planeaciones o Secuencias Didácticas, donde los profesores diseñen y apliquen los lineamientos del Modelo Educativo de su institución, para ello, un sistema Modelador y Generador de Secuencias Didácticas que clarifique conceptos y proponga actividades, productos y evaluaciones será de gran apoyo en la función docente y los objetivos que persigue.

ABSTRACT

Nowadays, as time goes by we can appreciate a development in the digital environment, likewise an easier adaptation and almost innate of the environment and life itself to the information technologies.

Derived from the above it is possible to count with a vast infrastructure and processes that govern the paths of the institutions, projects and nations around the world, which are entirely dependent of the informatics and data management automation, like the educative sector, this article highlights that the ICT are a clear example of the versatile adaptation of the informatics in the area of education all over the word. Specifically in planning processes and program organization, contents and teaching methods based on hardware and software.

Also with the development of the teaching – learning processes around the planet in order to adapt to social changes present in

each geographical area, it is helpful to support these changes in educational models with computer databases, platforms, systems, educative networks, etc., in order to help the new emerging technologies to facilitate human evolution with the same adjustment required in educational institutions.

An essential part is the real application of the study planes and programs, such task lies in the planning or teaching sequences, where teachers design and apply the guidelines of the educational model of their institution, This requires a modeling and teaching sequences generator system to clarify concepts and propose activities, products and assessments will greatly help in the teaching profession and the pursued objectives.

Palabras Clave:

MODELO EDUCATIVO, RIEMS, SNB, TIC, NMS, EMS, CGRU, COMPETENCIAS, SECUENCIAS DIDÁCTICAS, PHP, MySQL.

1. INTRODUCCIÓN

En México, con el objeto de hacer frente a los cambios en el sistema nacional de educación, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 establece como impostergable la formación de estudiantes con capacidades o competencias que les posibiliten terminar una carrera profesional, desempeñarse exitosamente en el mercado laboral e incidir en el desarrollo del país. El mismo plan establece como indispensable rediseñar los planes de estudio en los distintos tipos educativos, respetando las orientaciones filosóficas, pedagógicas y didácticas de las instituciones que los ofrecen.

En el caso de la Educación Media Superior (EMS), existen modalidades con planes de estudios diferentes que forman estudiantes con perfiles también diversos. En este sentido, con el propósito de darle identidad a la EMS, la Secretaría de Educación Pública impulsa la creación del Sistema Nacional del Bachillerato (SNB), a partir de la aportación de expertos nacionales de EMS y de otros tipos educativos¹

Con lo anterior y atendiendo las indicaciones de Modelo Educativo vigente de la UAGro, toca a las instituciones del NMS y profesores generar y aplicar Secuencias Didácticas (llamadas también Planeaciones Didácticas) con el Enfoque por Competencias que considera el SNB así como desarrollarlas en las aulas², donde no debe perderse de vista la contextualización de cada competencia propuesta, con ello se pretende destacar que no todas las actividades deben considerarse homogéneas para todas las Unidades Académicas del NMS de la UAGro, puesto que la diversidad cultural y geo social en el estado de Guerrero es vasta y mantiene características específicas que hace imposible aplicar al pie de la letra los programas educativos tal cual los dispone la administración central de la UAGro.

El objetivo del presente artículo es presentar una técnica que permita facilitar a los profesores aspectos relacionados desde la concepción, que en muchos casos es errónea respecto a las competencias y su desarrollo en las aulas, hasta la generación y diseño de actividades que ayuden y promuevan tales competencias en la educación de los alumnos; por lo que es

recomendable usar una plataforma que genere secuencias didácticas con el enfoque de competencias, y que además ofrezca opciones de actividades, recursos, modelos de evidencias de aprendizaje e instrumentos de evaluación tal cual lo piden los Programas por Competencias 2010 de la UAGro³.

2. LAS COMPETENCIAS EN LOS SISTEMAS EDUCATIVOS

2.1 Competencias Educativas

En los últimos diez años estamos asistiendo a una explosión de artículos y libros que se refieren al enfoque de competencias en la educación. Los diversos autores que se dedican a trabajar este tema tienen en mente varias cuestiones: la necesidad de ofrecer una alternativa a los docentes, responsables directos de una aplicar este enfoque en el aula, pero también buscan colocarse en la vanguardia de las propuestas novedosas para la educación. Hay poco trabajo que parta de la intención de realizar un análisis consistente tanto del origen y esfuerzo que reclama asumir un enfoque de competencias en la educación, en su traducción curricular, en particular sobre la forma en que se puede concretar en acciones en el aula⁴.

Tobón define las competencias como *“Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas”*⁵.

La educación basada en competencias surgió en ambos lados de la frontera entre los Estados Unidos de América y Canadá durante la década de los setenta como respuesta a la crisis económica, cuyos efectos en la educación afectaron sensiblemente a todos los países. Para resolver este conflicto, se buscó identificar las capacidades que se necesita desarrollar para ser un “buen profesor” de educación obligatoria (preescolar, primaria y secundaria). Al mismo tiempo, el mundo enfrentó, en esa década, un incremento considerable en la demanda de educación media superior, ocasionado por la dinámica de la población (la mayoría de los demandantes tenía entre quince y veinticinco años de edad)... el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP) trajo a México la educación y la capacitación basada en competencias. Entre 1992 y 1994 se concertaron los contratos para recibir asesoría de Canadá e Inglaterra, se adquirieron recursos didácticos diseñados por competencias elaborados en estos países y se envió personal académico para capacitación. Asimismo, como parte de programas de cooperación bilateral, se ofreció asesoría a Belice⁶.

A partir del ciclo escolar 2009-2010 se iniciaron los cambios establecidos por la Reforma Integral en la Educación Media Superior (RIEMS) en los subsistemas de las modalidades escolarizada y mixta. Entre los principales cambios se encuentran: la adopción del marco curricular común al bachillerato, el enfoque educativo basado en el desarrollo de

competencias, la implantación del perfil del docente y del directivo, así como la instrumentación de mecanismos de apoyo a los educandos como la orientación y la tutoría, que se consideran fundamentales para alcanzar y mantener los niveles de calidad que exige el Sistema Nacional de Bachillerato (SNB)⁷. La Dirección General del Bachillerato (DGB) impulsa que sus planteles ingresen al SNB y, también, promueve activamente que los demás subsistemas coordinados por ésta, realicen los cambios de orden académico, organizacional y material, para su debida integración a este sistema de alta calidad educativa.

2.2 La RIEMS del SNB

En México La Secretaría de Educación Pública junto con los respectivos representantes estatales de educación en las entidades federativas y la mayoría de las Universidades en el país vienen adoptando la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), que tiene como principal propósito impulsar un cambio cualitativo en instituciones educativas, orientándolas hacia el desarrollo de competencias, así como una mejora en la organización y las condiciones de operación de los planteles.

El Sistema Nacional del Bachillerato (SNB) es una pieza fundamental de la RIEMS, porque permitirá ir acreditando la medida en la cual los planteles y los subsistemas realizan los cambios previstos en la reforma.

Un plantel que es miembro del SNB puede demostrar que ha concretado hasta un determinado nivel los cambios previstos en la RIEMS, todos ellos de gran profundidad y que darán beneficios a sus educandos. Esos cambios atienden a los siguientes aspectos:

- Planes y programas ajustados a la educación por competencias y al desarrollo de los campos del conocimiento que se han determinado necesarios, conforme a la RIEMS.
- Docentes que deben reunir las competencias previstas por la RIEMS.
- Organización de la vida escolar apropiada para el proceso de aprendizaje, la seguridad y en general el desarrollo de los alumnos.
- Instalaciones materiales suficientes para llevar a cabo el proceso de aprendizaje y el desarrollo de competencias.⁸

A junio de 2016, el SNB se integra por 2,114 planteles en todo el país, distribuidos en los niveles siguientes:

- 14 en el nivel I
- 126 en el nivel II
- 1,195 en el nivel III
- 779 en el nivel IV

Los 2,114 planteles incorporados en el SNB atienden en sus aulas a 1'996,993 estudiantes, lo que significa atender el 40.06 por ciento de la matrícula nacional en educación media superior (4'985,080 en el ciclo escolar 2015-2016).⁹ Los planteles que tienen pronunciamiento favorable en alguno de los niveles indicados encuentran en el sitio oficial del Consejo Para la Evaluación de la Educación del Tipo Medio Superior A.C. (COPEEMS) que se proporciona a continuación:

<http://www.copeems.mx/planteles/planteles-miembros-del-snb>

3. EL MODELO EDUCATIVO DE LA UAGro CON ENFOQUE EN COMPETENCIAS.

3.1 El Modelo Educativo de la UAGro

La UAGro, al igual que las demás universidades, está inmersa en la transformación y se adapta a los cambios para hacer frente a las demandas educativas de la sociedad, debe formar de manera integral a los individuos con competencias suficientes para incorporarse a las dinámicas sociales y productivas, enfrentar y dar respuesta a los requerimientos de las sociedades donde se desenvuelven.

El Nivel Medio Superior de la Universidad Autónoma de Guerrero (conocido como Unidades Académicas Preparatorias) desde su aparición ha presentado transformaciones en su Plan y Programas de Estudio, en la década de los 70's se tenía más de un Plan de Estudios, lo que causaba dificultad identificar desde la formación y actividades de los funcionarios y profesores, hasta la administración e incluso los libros que eran el apoyo primario de los estudiantes como fuente de información. En la UAGro se dieron tres importantes Reformas a los planes (1971, 1974, 1981) y los Congresos Universitarios de 1985, 1989, 2000 y 2006, tratando de unificar esto y siendo la última reforma para el plan de estudios 2010¹⁰ con una modificación al Modelo Educativo realizada en el año 2013 marcando los lineamientos para ingresar este Nivel Medio Superior al Sistema Nacional de Bachillerato propuesto por la SEP y para lo cual cada Unidad Académica de la UAGro debe cumplir con los requisitos de la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS)¹¹.

Al respecto, cabe destacar que el Modelo Educativo actualizado 2013:

- Retoma, amplía y enriquece los conceptos, orientaciones, valores, y finalidades del Modelo Educativo y Académico 2004.
- Mantiene vigente la estructura del modelo curricular en lo que respecta al nivel superior.
- Se apoya en el modelo de Universidad enunciado en la Ley y Estatuto de la UAGro.
- Describe, en relación a los perfiles de egreso, las competencias genéricas y las etapas formativas de Educación Media Superior y Superior.¹²

3.2 Problemática al aplicar el Modelo Educativo en el NMS de la UAGro

Aunque lo escrito en el Modelo Educativo de la UAGro 2013, como tal, debería ser la guía orientadora para la aplicación de los procesos educativos en las aulas, la realidad es otra, tal como se describió en algún momento por la Comisión de Reforma de la UAGro en el año 2004 en el *Modelo Educativo y Académico de la UAG*¹³ las cosas en la actualidad siguen muy similares donde aún existen algunos puntos que se contraponen a la implementación por competencias, y a continuación se listan algunos:

- a. Existe un alto grado de aislamiento e incomunicación entre los diversos programas de formación ...
- c. Persistencia de métodos pedagógicos tradicionales, centrados en la enseñanza y con escaso uso de recursos tecnológicos...
- d. Derivado de lo anterior, el aprendizaje es rutinario y memorístico...
- e. Entre un programa educativo y otro existe duplicación de contenidos...
- f. Escasa vinculación con el entorno social y productivo...
- h. En la comunidad académica se percibe resistencia al cambio y a la innovación educativa...

Sumado a lo anterior, mediante comentarios con docentes de diferentes Unidades Académicas del NMS, que coinciden con lo expuesto en el *Diplomado en Gestión Educativa para la calidad y la inclusión social de la UAGro*¹⁴ que describen algunas situaciones que existen en la actualidad en el NMS:

1. La resistencia de profesores a migrar nuevas estrategias y modelos, sobre todo aquellas basadas en TIC; mucho de ello se debe al desconocimiento y poca habilidad que se tiene en el manejo de nuevas tecnologías.
2. Falta de información sobre el concepto Educación por Competencias; así también como en la capacitación y manejo de las secuencias didácticas al interior de la UAGro.
3. Las fallas que presentan los Programas de Estudio publicados y difundidos por la autoridad responsable donde incluso los autores de los mismos desconocen una correcta formulación y aplicación de las Secuencias Didácticas.

Con lo expuesto, se debe tratar de asegurar la funcionalidad del Modelo Educativo de la UAGro buscando alternativas necesarias e implementarlas en las Unidades Académicas que así lo requieran.

3.3 Las Secuencias Didácticas como parte fundamental de los Programas Educativos del NMS en la UAGro

En el NMS de la UAGro donde en los Planes y Programas de Estudios se aplica el modelo basado en competencias, se hace alusión a lo que deberían ser las Secuencias Didácticas "...Las secuencias didácticas como uno de los elementos de los programas de las unidades de aprendizaje, constituyen una parte esencial para el desarrollo adecuado del proceso de construcción del aprendizaje. Las secuencias didácticas son actividades preestablecidas orientadas por estrategias didácticas susceptibles de ser puestas en marcha en los distintos espacios y ambientes de aprendizaje."¹⁵

Con lo anterior se tiene que los docentes deben identificar las competencias a desarrollar en los estudiantes dependiendo del contexto en que se encuentra inmersa la institución y sociedad; así como tener claridad en los conceptos genéricos y disciplinares que se desean apropiarse los estudiantes, para ello son indispensables las secuencias didácticas "...Las secuencias

didácticas son, sencillamente, conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos... En el modelo de competencias, las secuencias didácticas son una metodología relevante para mediar los procesos de aprendizaje en el marco del aprendizaje o refuerzo de competencias"¹⁶

Existen variadas limitantes para aplicar el Modelo Educativo en las Unidades Académicas del NMS de la UAGro, lo que hasta ahora no ha hecho funcional su implementación; sin embargo se considera que un punto estratégico que ayudaría enormemente a docentes y estudiantes adoptar la esencia del mismo es la generación y aplicación de las Secuencias Didácticas, pues éstas son el vínculo entre Plan y Programas, docentes y estudiantes.

En la figura 1 se observa el formato como propuesta que acompaña los Planes de Estudio por Competencias 2010 de la CGRU en la UAGro, en la que se observa la integración y descripción de: momentos, actividades, estrategias, recursos, evidencias (productos) e instrumentos de evaluación¹⁷.

Momentos de aprendizaje	Estrategias didácticas	Recursos didácticos	Evidencias	
			Productos	Instrumentos de evaluación
1. Definición operativa de habilidades para el uso de...
2. Descripción de los tipos de...
3. Descripción de los tipos de...
4. Descripción de los tipos de...

Fig. 1- Formato de Secuencia Didáctica propuesta por la CGRU (Computación II)

Se debe tener en cuenta que es tarea de cada docente diseñar las Secuencias Didácticas (SD) de acuerdo al contexto de su quehacer educativo e institucional y sin perder de vista los objetivos marcados en el SNB respecto a las Competencias Educativas,

3.4 Diseñador de Secuencias Didácticas del Modelo Educativo del NMS de la UAGro

La RIEMS en que se apoya el SNB mediante el programa PROFORDEMS (Programa de Formación Docente) implementó un diplomado a fin de formar a los docentes de los planteles de los diferentes subsistemas de Educación del NMS para contribuir al alcance del perfil docente¹⁸ en el cual se definen las Competencias Docentes, donde el principal objetivo que menciona es dominar, planificar, construir ambientes, aplicar y evaluar procesos de enseñanza con el enfoque en competencias, esto se traduce en que son los responsables directos en cada institución de diseñar y generar las secuencias didácticas que debe utilizar en las clases que imparte.

Aun con la capacitación del PROFORDEMS, el mayor problema que se visualiza es la dificultad de obtener una secuencia didáctica aceptable, que represente y contenga los elementos necesarios para los fines educativos tal como lo plantea la RIEMS, de tal manera que una plataforma o sistema automatizado que ayude en la obtención de las SD contextualizadas de cada Unidad de Aprendizaje sería de gran ayuda para cada docente, se generaría tomando en cuenta las competencias y la normativa del Modelo Educativo de la UAGro.

Se investigó en diferentes fuentes electrónicas y con algunos docentes de la UAGro, incluso con personal de la misma CGRU, buscando algún sistema o plataforma que sirva como base o fuente de apoyo en la realización de las SD pero no se encontró alguno, lo que existen son SD estáticas las cuáles se tienen que acondicionar al contexto de cada docente, estas no ayudan debido a que quedan en la misma situación.

Derivado de lo anterior se decidió desarrollar un sistema que diseñe y genere las SD tal como lo marca el Modelo Educativo de la UAGro el cual se realizó tomando en consideración los formatos que distribuye la Subdirección de Educación Media de la UAGro y en las propuestas que se presentan en los Programas de las Unidades de Aprendizaje 2010 con el enfoque en competencias¹⁹.

Para lograr éste Sistema Generador de SD se utilizó la siguiente infraestructura de software: Lenguaje de Programación PHP conjuntamente con el Manejador de Base de Datos MySQL, ambos para ser manipulados a través de una página WEB dinámica combinando HTML 5.0 y CSS, inicialmente configurada para ejecutarse en de manera local, una vez terminada tendría que ser almacenada en un servidor para que se pueda acceder por medio de la red.

Para poder ejecutarse y generar una Secuencia Didáctica el sistema necesita inicialmente algunos datos como el Semestre, Unidades de Aprendizaje, Unidades de Competencia y selección de opciones referentes a Competencias Genéricas y Atributos de Competencia; una vez que almacene esos datos iniciales, el sistema se basa en esa información además de palabras clave que tengan relación con esta misma y partiendo de ello se generan de manera automática la Secuencia Didáctica con una variedad de opciones en los momentos en que se divide la SD (Apertura, Desarrollo y Cierre) proponiendo actividades de aprendizaje, estrategias, recursos, producto e incluso los instrumentos de evaluación en cada caso.

En la figura 2 se muestra el diseñador del que se habla, se muestra el encabezado que es donde se realiza el llenado de la ubicación de la SD, posteriormente aparece el cuerpo de las actividades que corresponden a los momentos acorde a las competencias correspondientes y las demás secciones que debe tener la SD.

Una vez generada la SD de una Unidad de Aprendizaje se almacena y se puede exportar en algún formato editable para detallar términos o características mínimas que el propio sistema no haya tomado en cuenta y que el usuario (docente) crea necesario corregir.



Fig. 2 – Propuesta del Sistema de Diseño y Generación de Secuencias Didácticas con el enfoque en competencias.

La intención final es presentar el sistema a los responsables de la CGRU a fin de evaluar la eficacia y pertinencia de difundir su uso en las instituciones de NMS de la UAGro para que hagan uso de ésta en la generación de sus SD y tratar de subsanar la problemática discutida en el presente documento., incluso es de gran ayuda en aquellas instituciones que se encuentran en el SNB y necesitan cumplir con ésta punto muy necesario para ser evaluados e ir acreditándose de manera satisfactoria.

Para finalizar es importante comentar que puede ser trasladada a su uso en otros subsistemas de nivel medio superior o algunos que trabajen con formatos similares de Secuencias o Planeaciones Didácticas basados en competencias.

4. CONCLUSIONES

El Nivel Medio Superior de la UAGro se encuentra actualmente en una importante transformación y adecuación a fin de cumplir los requerimientos plasmados de la RIEMS para continuar incluyendo escuelas preparatorias al SNB e ir avanzando en el proceso de certificación que ha venido implementando la administración federal.

Para tal efecto, es importante ir subsanando cada aspecto que merezca la importancia necesaria al momento de evaluar tal certificación, además de infraestructuras y cuestiones administrativas, una de las más importantes es la implementación real del Modelo Educativo actual de la UAGro mediante el nexo entre enseñantes y aprendientes que son las Secuencias Didácticas, para este caso deben estar enfocadas en competencias.

Las Secuencias Didácticas junto con los Planes de las Unidades de Aprendizaje son lo más importante dentro del sistema educativo de la UAGro, pues representan el fin y objetivo mismo de ésta casa educativa en el trayecto y desarrollo escolar y social de todos sus estudiantes con la adopción de las competencias; además las SD proyectan la institución y los integrantes responsables de su funcionamiento.

Existen diversos aspectos que frenan la aplicación del Modelo Educativo en el NMS de la UAGro, tanto que a casi 3 años de anunciar su implementación en muchas escuelas aún se trabaja

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

en las aulas con el método tradicional, sobre todo por el desconocimiento en la forma de aplicar las Competencias y su inclusión al momento de diseñar y trabajar con las Secuencias Didácticas.

Un sistema diseñador y generador de Secuencias Didácticas con el enfoque en Competencias será de gran utilidad a los docentes a nivel institucional, pues vendrá además de clarificar los términos tan poco usados de las competencias, a proponer actividades e instrumentos de evaluación tal como lo requiere la normatividad; asimismo con un poco de modificaciones, podrá

ser adecuado a los cambios que puedan sufrir los formatos propuestos por la CGRU e incluso adaptarse a modelos de otros subsistemas y/o diferentes niveles educativos en nuestro país.

Esto será una realidad una vez consumado el proceso de implementación para su acceso vía internet desde cualquier área geográfica en el estado, comprobación de funcionalidad acorde a las necesidades de cada docente y una serie de retroalimentación de parte de los docentes que realicen pruebas de eficacia y que será la guía principal en su modificación y adecuación en vista de tener un producto de calidad.

5. REFERENCIAS

-
- [1] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU 2010), *Plan de Estudios por Competencias 2010*, pp. 6, obtenido de <http://cgru.uagro.mx/documentos/PECEMS2010.pdf>
- [2] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), *Modelo Educativo, Hacia una Educación de Calidad con Inclusión Social*, julio de 2013, obtenido de <http://cgru.uagro.mx/documentos/MODELO2014.pdf>
- [3] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), *Computación II, Plan de Estudios Por Competencias 2010*, obtenido de <http://cgru.uagro.mx/documentos/segundosemestre/computacion2.pdf>,
- [4] Díaz B., A., *Secuencias de Aprendizaje ¿un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas?*, Profesorado. Revista de Currículum y formación del profesorado, 2013, Obtenido de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev173ART1.pdf>
- [5] Tobón, S., *La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo*, México: Curso IGLU, Universidad Autónoma de Guadalajara, 2008, obtenido de [http://cmappublic3.ihmc.us/rid=1LVT9T9TFX-1VKCOTM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20\(Ser%20Tob%C3%B3n\).pdf](http://cmappublic3.ihmc.us/rid=1LVT9T9TFX-1VKCOTM-16YT/Formaci%C3%B3n%20basada%20en%20competencias%20(Ser%20Tob%C3%B3n).pdf)
- [6] Quero, J. E. C., & de León, R. M. P., *EXPERIENCIAS AL IMPLEMENTAR UN MODELO EDUCATIVO BASADO EN COMPETENCIAS PARA LA FORMACIÓN INTEGRAL DEL INGENIERO ANFEI* Digital(4), 2016, obtenido de <http://www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/view/16>,
- [7] Dirección General de Bachillerato (DGB) de la Secretaría de Educación Pública (SEP), *Antecedentes SubSecretaría de Educación Media Superior-SEMS*, 2013, obtenido de http://www.sems.gob.mx/es_mx/sems/antecedentes_dgb
- [8] Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), *SNB - Sistema Nacional de Bachillerato*, 2014, obtenido de http://www.sems.gob.mx/es/sems/sistema_nacional_bachillerato,
- [9] Consejo para la Evaluación de la Educación del tipo Medio Superior, *Planteles que hay obtenido pronunciamiento favorable del Comité Directivo del Sistema Nacional de Bachillerato*, 2016, obtenido de <http://www.copeems.mx/planteles/planteles-miembros-del-snb>
- [10] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), *Modelo Educativo, Hacia una Educación de Calidad con Inclusión Social*, pp. 22-24, 2013, obtenido de <http://docencia.uagro.mx/descargas/MODELO2014.pdf>.
- [11] Comisión General de Reforma Universitaria, *Plan de Estudios por Competencias de Educación Media Superior 2010 (Versión ejecutiva)*, obtenido de http://www.academia.edu/8276396/Plan_de_Estudios_por_Competencias_EMS_UAGro,
- [12] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), *Modelo Educativo, Hacia una Educación de Calidad con Inclusión Social*, 2013, obtenido de <http://docencia.uagro.mx/descargas/MODELO2014.pdf>.
- [13] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), Subcomisión Académica, *Modelo Educativo y Académico de la UAG*, 2004, obtenido de <http://cgru.uagro.mx/documentos/sisteduc/superior/modelo.pdf>,
- [14] Garduño T. E. & Martínez P. M., *El Diplomado en Gestión Educativa para la calidad y la inclusión social de la UAGro: Una experiencia autogestiva y colaborativa de aprendizaje semipresencial*, obtenido de <http://somece2015.unam.mx/anterior/MEMORIA/66.pdf>
- [15] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), *Modelo Educativo, Hacia una Educación de Calidad con Inclusión Social*, 2013, obtenido de <http://docencia.uagro.mx/descargas/MODELO2014.pdf>
- [16] Tobón, S. T., Prieto, J. H. P., & Fraile, J. A. G., *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*: Pearson educación México, 2010, obtenido de <http://evaluaciondocente.sep.gob.mx/materialesMS/TOBONPIMIEN TAGARCIASECUENCIASDIDACTICASAPRENDIZAJEY EVALUACION DECOMPETENCIAS.pdf>
- [17] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), *Computación II, Plan de Estudios Por Competencias 2010*, obtenido de <http://cgru.uagro.mx/documentos/segundosemestre/computacion2.pdf>

- [18] Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS), *Programa de Formación Docente (PROFORDEMS)*, 2013, obtenido de http://www.sems.gob.mx/es_mx/sems/programacion_de_formacion_docente,
- [19] Comisión General de Reforma Universitaria (CGRU), *Computación II, Plan de Estudios Por Competencias 2010*, obtenido de <http://cgru.uagro.mx/documentos/segundosemestre/computacion2.pdf>



Diseño e implementación del teclado para el aprendizaje del alfabeto Braille

Emmanuel González
Urresti

Instituto Politécnico Nacional,
UPIITA, Av. IPN No.2580 Col. La
Laguna Ticomán, G. A. Madero.
México, D.F., C.P. 07340
egonzalezu1000@alum
no.ipn.mx

Blanca Alicia Rico
Jiménez

Instituto Politécnico
Nacional, UPIITA, Av. IPN
No.2580 Col. La Laguna
Ticomán, G. A. Madero.
México, D.F., C.P. 07340
bricoj@ipn.mx

Paola Nayeli Cortez
Herrera

Instituto Politécnico
Nacional, UPIITA, Av. IPN
No.2580 Col. La Laguna
Ticomán, G. A. Madero.
México, D.F., C.P.07340
pcortez@ipn.mx

Cyntia Eugenia
Enríquez Ortiz

Instituto Politécnico
Nacional, UPIITA, Av. IPN
No.2580 Col. La Laguna
Ticomán, G. A. Madero.
México, D.F., C.P.07340
cenriquezo@ipn.mx

RESUMEN

Desde hace mucho tiempo, las personas con ceguera y/o deficiencia visual han sido excluidas de la vida cotidiana por parte de la sociedad. Por esta razón es que Valentín Haüy inauguró la primera escuela para ciegos en París, teniendo la idea de enseñar a los invidentes con letras grandes impresas sobre relieve y así podían leer algún texto escrito. En la actualidad la tecnología también puede ser un aliado para el aprendizaje, a través del conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico de los conocimientos tecnológicos aplicados a personas ciegas o con baja visión llamado tiflotecnología. El presente artículo, propone una solución autodidacta que contribuya al aprendizaje del alfabeto Braille utilizando el método de Bliseo, a través del diseño e implementación de un teclado digital que se conectará a un dispositivo móvil de forma alámbrica.

ABSTRACT

For a long time, blind people or with any visual impairment have been excluded from everyday life by the society. For this reason,

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Valentin Haüy opened the first school for the blind in Paris, having the idea of teaching them with big letters printed on relief, so they could read a text. Nowadays, technology can also be an ally for learning, through the set of theories and techniques that enables the practical achievement of the technological knowledge applied to the blind or low vision people called typhlotecnology. This article proposes an autodidact solution that contributes to Braille learning using the *Bliseo* method, through the design and implementation of a digital keyboard that will connect wired manner to a mobile device.

Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 Communication hardware, interfaces and storage

Términos Generales

Teclado electrónico, Educación con nuevas tecnologías, alfabeto Braille

Palabras clave

Alfabeto Braille, dispositivo móvil, teclado digital.

Keywords

Braille learning, mobile device, digital keyboard

INTRODUCCIÓN

Hoy en día nos encontramos en una sociedad sobre estimulada tal como se menciona en [1], y mucha de esa estimulación presente en la gran parte de las actividades humanas llega a través de la vista. Por ello las personas con ceguera y/o deficiencia visual han buscado formas alternativas de acceso normal a la vida cotidiana, para que la falta de visión no represente más limitaciones que las

necesarias; siendo el tacto uno de sus principales canales para la comunicación.

Actualmente, en el mundo hay aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión [2]. En México, aproximadamente, existen 1, 257,000 personas con discapacidad visual, de los cuales, una cuarta parte de ellos tienen empleo formal o participan en alguna actividad económica según datos del INEGI de la primera década del siglo XXI [3]. Es importante señalar a pesar de estas cifras que la revolución digital no ha llegado a todos por igual en un mundo en el que el siguiente gran invento se espera mirando a la pantalla del móvil, las personas ciegas o con visión reducida han quedado fuera de plano. Sin embargo hoy en día se están desarrollando innovadores proyectos que tratan de utilizar el potencial de las nuevas tecnologías para incorporarlos a la vida cotidiana de forma fácil. En este trabajo se presenta un sistema para el aprendizaje y práctica del alfabeto Braille, mediante el diseño y la implementación de un teclado electrónico, envía datos a un dispositivo móvil son sistema operativo iOS que cuenta con una validación e interpretación de forma visual y audible.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la cantidad de personas que padecen alguna deficiencia visual o en su defecto son no visuales es importante encontrar alternativas que les ayuden a continuar su vida dentro del mundo familiar o laboral. Y es que, de acuerdo con [4] “Las personas no visuales tienen un tiempo aproximado de ocho meses a un año para aprender el alfabeto Braille siempre y cuando no tengan problemas de hipertensión o de diabetes, si llegasen a tener este problema, el tiempo de aprendizaje se incrementa considerablemente.” En el caso del alfabeto Braille, el cual es utilizado por las personas que tienen algún tipo de discapacidad visual, la dificultad de aprendizaje se incrementa, debido a la poca o nula posibilidad de ver por parte de las personas que intentan aprender el sistema.

Las personas no visuales, al igual que sus contrapartes, tienen las opciones de tomar lecciones en escuelas u organizaciones especializadas en el aprendizaje del alfabeto Braille. En dichas instituciones, el método normalmente utilizado para adultos alfabetizados es el de Bliseo [5].

Para el aprendizaje del alfabeto Braille se utilizan “moldes” de madera de aproximadamente 20x15 cm. Sin embargo, no existe un método autodidacta, tradicional, ni digital, en el cual la persona pueda practicar el alfabeto en casa y así mejorar el rendimiento del aprendizaje.

La tecnología más usada por las personas invidentes es la audible. Un ejemplo de esto son los teléfonos celulares que contienen comandos por voz para realizar llamadas, leer mensajes, conocer la hora o el clima, etc. El principal problema que presentan estos dispositivos, es que el reconocimiento de voz no es fiable al 100% y son necesarias varias repeticiones para que se ejecute la operación que se quiere. Agregando que en la actualidad la mayoría de estos dispositivos son de pantalla táctil, y es necesario visualizar en dónde aparecen las letras.

Los teclados electrónicos son también muy utilizados, sin embargo en muchas ocasiones las teclas que este contiene no son distribuidas conforme al sistema Braille, más bien, son separadas y numeradas en grupos de tres, por lo que su localización no logra ser fácil, además de que no se escribe de la misma forma en que

leen la letra debido a que las teclas tienen diferente numeración a la del alfabeto Braille.

Ante este escenario es complicado que una persona con deficiencia visual o no visual tenga una vida común, pues se encuentra con muchas limitantes para comunicarse de forma escrita con los demás. Debido a esto se propone un sistema el cual a través de un teclado y una aplicación móvil, sea capaz de ayudar a las personas con el aprendizaje del alfabeto Braille. Y así ayudar a que las personas continúen con su aprendizaje fuera de las escuelas especializadas.

ESTADO DEL ARTE

Debido a que en muchas ocasiones el aprendizaje está acompañado de la práctica y más al tratarse de un nuevo lenguaje, existen ya algunos dispositivos y/o aplicaciones que permiten el aprendizaje del alfabeto Braille. En la tabla 1, se mencionan algunos de ellos.

Tabla 1. Trabajos relacionados con el aprendizaje del alfabeto Braille.

DISPOSITIVO O SISTEMA	DESCRIPCIÓN
SMART BRAILLER® [6]	<i>SMART Brailler</i> contiene una pantalla de video que muestra <i>SimBraille</i> en grande, combinado con retroalimentación audible, para una experiencia de aprendizaje instantánea y multi-sensorial. Además, tiene la habilidad para editar, guardar y transferir documentos electrónicos vía USB. Soporta varios idiomas
EUROTYPE [7]	<i>Eurotype</i> es una moderna máquina de escribir mecánica con los 6 puntos de la escritura Braille, manufacturado por <i>Brailletec</i> en Marburg, Alemania. La característica de esta máquina de escribir es la comodidad al escribir, además de una impresión de alta calidad y un manejo fácil. Equipada con márgenes ajustables a la izquierda y derecha, borrado, cambio de línea y de teclas, además de una campana de final de línea.
IBRAILLER NOTES [8]	<i>iBrailler Notes</i> es una máquina Braille para el iPhone y el iPad. Puedes escribir Braille directamente y crear, editar y compartir notas. El poder <i>iBrailler Notes</i> recae en su teclado dinámico. Al poner las teclas siempre bajo tus dedos, el escribir en <i>iBrailler Notes</i> es extremadamente preciso y cómodo.
DISEÑO DE UN INTÉRPRETE BRAILLE-ESPAÑOL [9]	Diseño e Implementación de un Intérprete Braille-Español y Español-Braille utilizando el modelo de las Memorias Asociativas Bidireccionales Alfa-Beta

En la tabla 1, los sistemas o dispositivos mostrados tienen un costo que va desde los 199.00 a 80,517 pesos, notando que no todas las soluciones son accesibles de forma económica. Por lo

cual sería de gran utilidad contar con un teclado electrónico que apoye en el aprendizaje del alfabeto Braille.

SOLUCIÓN PROPUESTA

El sistema a desarrollar se podrá visualizar de la siguiente manera:

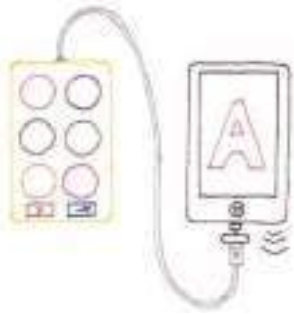


Figura 1. Componentes del sistema

En la figura 1, se aprecia que el diseño del teclado electrónico presentado en este trabajo, se conectará de forma alámbrica a un dispositivo móvil, en un iPhone. Al realizar la conexión se abre de forma automática la aplicación que apoya en el aprendizaje del alfabeto Braille.

Los elementos de sistema son los siguientes:

Teclado electrónico

El teclado estará conformado por las siguientes partes:

- Arduino UNO
- Placa electrónica montada en el Arduino (*shield*)
- Módulo RS-232
- Módulo de baterías

Aplicación móvil

Para la implementación del teclado para el aprendizaje del alfabeto Braille es necesario contar con una aplicación móvil que sirva de guía para el aprendizaje del alfabeto Braille. Cabe mencionar que se considera la aplicación sea de uso individual. Esta aplicación móvil estará dividida en cuatro módulos:

1. Módulo de enseñanza

Permite enseñar al usuario el alfabeto Braille, utilizando el sistema de Bliseo. El aparato móvil reproduce en audio una letra del abecedario romano en español, así como la combinación de puntos del alfabeto Braille que la conforman. Posteriormente el usuario tendrá que presionar los puntos en el teclado para enviar los datos al dispositivo móvil y la aplicación validará los puntos ingresados. El sistema abarca todo el abecedario a un grafema¹ por vez, en bloques de diez letras, de la misma manera que se utiliza el Bliseo, además de los números y los signos de puntuación que comprenden el alfabeto Braille en español.

2. Módulo de práctica

En el cual el usuario podrá reafirmar los conocimientos que aprendió en el módulo de enseñanza. La aplicación reproduce, de forma audible, una letra aleatoria del alfabeto romano y el usuario ingresa los puntos que forman la letra para enviarla al dispositivo

móvil. En un siguiente paso, la aplicación validará si los datos enviados por el usuario, a través de un cable desde el teclado hasta el aparato móvil, son correctos o no.

3. Módulo de dictado

En donde el usuario puede corroborar si ha obtenido los conocimientos suficientes del alfabeto Braille. En esta opción el usuario presiona los botones, en el teclado electrónico, para formar una combinación y la envía al teléfono. Finalmente, la aplicación certifica, de forma audible, la combinación enviada del símbolo en Braille. Si no existe la combinación que ingresó, invitará a repetir el procedimiento.

4. Módulo de estadísticas

Este módulo almacena las estadísticas obtenidas de la aplicación en un archivo de registro. Estos datos se obtendrán haciendo un porcentaje entre el número de respuestas correctas y el número total de preguntas. Las estadísticas se desplegarán en forma de gráfica y además se reproducirán de forma audible. Es aquí en donde recae la justificación que el sistema se utilice de manera individual exclusivamente, debido a que, si es usado por otra persona, se verían afectadas las estadísticas previamente almacenadas.

Debido a la complejidad que puede tener una persona invidente para realizar una configuración de transmisión de datos inalámbrica, se utiliza un cable para enviar los datos desde el teclado y conectado a través del puerto *Lightning* del móvil.

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TECLADO

Etapa 1: Diseño e implementación del teclado

Se ha decidido hacer uso de un microcontrolador Arduino debido a la portabilidad y compatibilidad que se tiene con la realización de proyectos que necesitan de un procesamiento superior.

Se utiliza un teclado matricial de 4 filas x 2 columnas, seis botones son destinados a la celda Braille y los otros dos se utilizarán para enviar los datos y borrarlos, respectivamente. Para el teclado matricial se realizó en un *shield* o escudo para el Arduino, el cual consiste en el trazado del esquemático electrónico del teclado en una placa fenólica de un tamaño aproximado al Arduino, además de incluir las distintas conexiones hacia el módulo de transmisión RS-232 y hacia las baterías. El microcontrolador utiliza el método de aproximaciones sucesivas por lo que será seleccionado como método de conversión analógica-digital

Para la transmisión de datos de este teclado al dispositivo móvil se utiliza un módulo RS-232, debido a que es la única forma de transmitir datos desde el Arduino al dispositivo móvil utilizando un cable. El módulo de transmisión, se conecta a los pines de transmisión y recepción del Arduino, además de alimentarlo con 5 Volts con el mismo microcontrolador.

Los botones que se utilizan en la celda Braille son los DS-212, debido a que son de forma redonda y cuentan con un diámetro aproximado de un centímetro y su presentación es en colores, los restantes serán de forma cuadrada para diferenciarlos entre sí, además de que ayudarán a la selección de opciones en los menús en la aplicación móvil.

¹ Grafema: Unidad mínima e indivisible de la escritura de una lengua. (Real Academia Española, 2014)

Para proporcionar la corriente al Arduino, será necesario conectar 4 baterías AA en serie para obtener un voltaje aproximado a los 5 Volts necesarios.

Etapa 2: Transmisión de datos

La transmisión de datos entre el teclado electrónico y el dispositivo móvil se realiza de forma alámbrica. Para hacer la transmisión se determinó utilizar un cable autorizado por Apple que sea capaz de transmitir y recibir datos en el dispositivo móvil. El cable es de la empresa RedPark, la única que cuenta con la aprobación del programa MFi (*Made For iDevice*) para ser utilizada con los productos Apple.

El tipo de cable es *Lightning Serial Cable (L2-DB9V)* debido a que es posible transmitir datos de manera serial con dispositivos que tengan una entrada RS-232. La condicionante que se tiene al utilizar el producto, es que debe ser de uso recreativo o de proyecto, por lo que la aplicación a desarrollar no podrá ser publicada en la tienda de descargas de Apple.

Debido a que el cable es un producto autorizado por Apple, la empresa define un protocolo de transmisión de datos específico para todos sus cables y extensiones que funcionan con un dispositivo externo llamado *Apple Accessory Protocol (AAP)*, el cual, debido a sus políticas, no debe ser modificado y no son públicos todos los campos que lo conforman. Por lo cual se utiliza el protocolo que provee el fabricante que se encuentra implementado en el cable a utilizar.

Etapa 3: Comprobación de voltaje en las baterías del teclado

Al encender el teclado, la programación en el Arduino comprobará el voltaje de las baterías y en dado caso de tener una medición cercana al límite o en el límite de operación, se enviará la palabra “pila” para que el dispositivo móvil comunique al usuario que es necesario cambiar las baterías. Al comprobar el voltaje, el Arduino tomará una muestra desde un pin analógico y se realiza la conversión con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\text{valor Arduino} * 5}{1024} [\text{Volts}] \quad (1)$$

Etapa 4: Interpretación de datos

Una parte fundamental del sistema es la interpretación de los datos que se realiza en el teclado. Como se ha señalado, el teclado está conformado por el Arduino, el *shield* y el módulo RS-232 que se conecta con el cable de la empresa RedPark y llega finalmente al dispositivo móvil.

Para capturar los datos, el usuario presiona los botones en el momento que se le indique, el Arduino captura los botones presionados con la ayuda del *shield*. Dentro del microcontrolador se define un arreglo de seis caracteres binarios teniendo por *default* el valor de 0 para todos los casilleros. Cada botón corresponderá a un punto de la celda Braille y este a un carácter de dicho vector que al ser presionado cambiará su valor a 1, no importando cuantas veces se oprima, mantendrá el valor de 1.

El usuario podrá presionar los botones en el momento que se le indique y el Arduino se mantendrá capturando los valores hasta que el usuario oprima alguno de los botones cuadrados, ya sea de borrado o de envío. En el primer caso, el vector de seis caracteres reinicializará sus valores a 0 en espera de una nueva combinación.

El Arduino contiene un “diccionario” con todas las combinaciones válidas que se tenga registradas en el alfabeto Braille del español, por lo que, si se elige la opción de envío, el Arduino procederá a comparar la opción capturada con las que se encuentran registradas en el “diccionario”. Si la combinación capturada corresponde con alguna entrada del registro, se procederá a realizar su equivalencia con la letra o símbolo correspondiente y se enviará al dispositivo móvil por el módulo serial RS-232 a través del cable. En caso que no exista en el registro, se mandará la palabra “null”.

Se decidió enviar directamente la letra correspondiente debido a que el módulo de manera serial convierte los datos a tipo *String*, por lo que al mandar 6 caracteres en un *String* resultaba un desperdicio de recursos y tiempo de procesamiento que si únicamente se mandaba un solo carácter.

La Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) propone una lista con todas las combinaciones que se pueden utilizar en el alfabeto Braille. Por lo cual, el diccionario que se incluye en el Arduino tendrá como base esta tabla, en la cual sólo se tomarán en cuenta las combinaciones que tengan su equivalencia con las letras y símbolos que propone la ONCE.

A continuación, se muestra el diccionario a utilizar con las letras y signos del alfabeto español y su equivalencia con los valores binarios del vector propuesto.

Tabla 2. Diccionario de equivalencias (propuesta por la ONCE).

Letra	Binario	Letra	Binario	Letra	Binario
a	100000	u	101001	í	001100
b	110000	v	111001)	001110
c	100100	x	101101	número	001111
d	100110	y	101111	ó	001101
e	100010	z	101011	-	001001
f	110100	&	111101	.	001000
g	110110	á	111011	mayúscu la	000101
h	110010	é	011101	no existe	null
i	010100	ú	011111	poca pila	pila
j	010110	(110001		
k	100000	ñ	11011		
l	110000	ü	110011		
m	100100	w	010111		
n	100110	,	010000		
o	100010	;	011000		
p	110100	:	010010		
q	110110	¿?	010001		
r	110010	¡!	011010		
s	010100	“”	011001		
t	010110	*	001010		

PRUEBAS

En el Arduino se programó la fórmula 1 para la obtención del Voltaje que las baterías ofrecen en ese momento. El rango de valores obtenidos en el Arduino es de 0 a 1023 y se realiza su conversión con la fórmula 1 para obtener la cantidad de Volts.



Figura 2. Regulación de voltaje al Arduino con una fuente

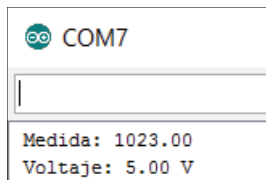


Figura 3. Medición del voltaje de las baterías

Para complementar esta prueba, se utilizó una fuente de voltaje y se conectó el Arduino a ella para obtener el umbral de operación del Arduino. Regulando el voltaje en la fuente, se encontraron los siguientes valores:

Tabla 3. Voltajes del Arduino

Descripción	Voltaje
Voltaje límite para la transmisión de datos	3.7 V
Deja de transmitir datos	3.6 V
Voltaje límite para la operación del Arduino	2.5 V
Apagado del Arduino	2.4 V

Pruebas de transmisión de datos

Una vez teniendo el teclado armado en protoboard y comprobando que funciona, se procedió a probar la transmisión de datos del Arduino a la computadora de manera serial. Para esto se utilizó el módulo RS-232 y se le conectó al sistema en protoboard y a la computadora a través de un cable USB-DB9. Adicionalmente se le añadió las baterías para tener una visualización más cercana al prototipo final. El IDE de Arduino ofrece la opción de la transmisión serial con el Arduino a través de los puertos COM de la computadora para corroborar que transmite de esta manera.

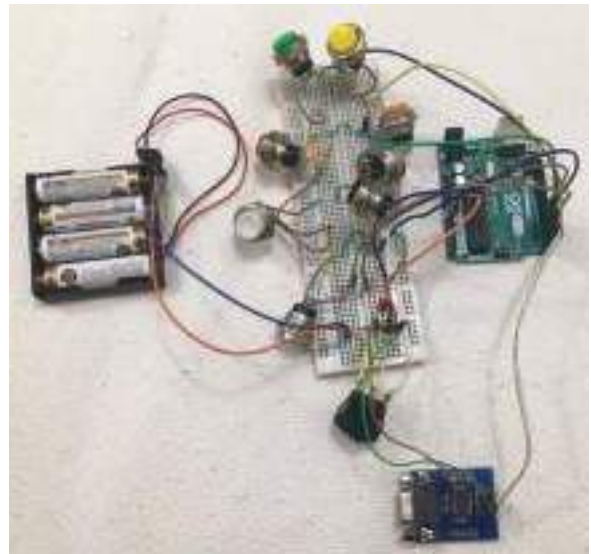


Figura 4. Sistema del teclado electrónico en protoboard, primera versión.

Los resultados de esta prueba fueron exitosos debido a que se registra el voltaje de las baterías y la envía a la computadora junto con su equivalencia en Volts y la transmisión de manera serial indica qué combinación de botones se han presionado, así como su representación en el vector de caracteres binarios.

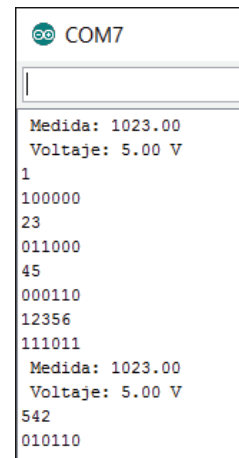


Figura 5. Resultados de la información obtenida en la computadora.

CONCLUSIONES

Durante todo el transcurso del análisis, diseño e implementación del teclado se encontraron peculiaridades en los materiales que se podrían utilizar para su construcción. Ya que algunos favorecían al desarrollo mientras que otros no aportaban ayuda alguna. Al final se optó por los materiales con los cuales se puede desarrollar el proyecto como el cable RedPark compatible (considerando que la aplicación móvil sea para un dispositivo Ios), el módulo de transmisión RS-232 o la realización de un *shield*. Durante la investigación se ha encontrado que la empresa RedPark es la única que produce cables con el permiso de Apple debido que se encuentra en el programa MFi. Esto imposibilita la publicación en la Apple Store de la aplicación debido a la restricción que

conllevar utilizar el cable que únicamente debe ser usada para propósitos educativos o de pasatiempo.

Hasta este momento se tiene culminada la fase 1 de este proyecto (diseño e implementación del teclado digital), el cual en forma completa incluirá una aplicación móvil para que cumpla con su finalidad principal; la cual es apoyar a las personas con discapacidad visual al aprendizaje del alfabeto Braille.

REFERENCIAS

- [1] Chopra, D (C. D.). (2014). *Super Cerebro*. EU: Grijalbo
- [2] Organización Mundial de la Salud (2014). *Centro de Prensa. Ceguera y Discapacidad Visual*. Obtenido de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- [3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2015). *Discapacidad en México*. Obtenido de: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P>
- [4] Martínez, J. (2015). *Comunicación Personal*. (E. González, Entrevistador)
- [5] Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado. (2015). *Módulo 5: El Sistema Braille*. Obtenido de: http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/pdf/m5_dv.pdf
- [6] Perkins. (2015). *Brailers: SMART Braille®*. Obtenido de: <http://www.perkinsproducts.org/store/en/brailers/123-smart-braille.html>
- [7] Brailletec. (2015). *Braille Products: Eurotype*. Obtenido de: <http://en.brailletec.de/braille-products/for-end-users/#Eurotype>
- [8] iBrailler LLC. (2015). *iBrailler Notes: iTunes Preview*. Obtenido de: <https://itunes.apple.com/us/app/ibrailler-notes/id929976332?mt=8>
- [9] Flores, J. (F.J), Gallegos, U. (G. U.).(2013). *Diseño de un intérprete Braille-Español / Español-Braille utilizando la BAM Alfa-Beta*. México,DF. Tesis Instituto Politécnico Nacional



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016
Memorias.

Diseño y construcción móvil de un sistema generador de Objetos de Aprendizaje

Adán Chávez Olivera
Universidad Autónoma de
Guerrero
achavez@uagro.mx

Zaic Rebolledo Nandi
Universidad Autónoma de
Guerrero
rzaic@uagro.mx

Gustavo A. Alonso
Silverio
Universidad Autónoma de
Guerrero
gsilverio@uagro.mx

Rene E. Cuevas Valencia
Universidad Autónoma de
Guerrero
reneecuevas@uagro.mx

RESUMEN

El desarrollo tecnológico actual ofrece un amplio conjunto de herramientas en el área de la educación que permiten al estudiante un mejor aprendizaje. La tecnología portátil incluyendo a los dispositivos móviles tiene la característica de ofrecer material digital que integrando y diseñando en un contexto educativo se convierte en un material multimedia e interactivo. El desarrollo de herramientas que permiten a los usuarios crear y actualizar material digital utilizado para el aprendizaje, están relacionados con la creación y uso de objetos de aprendizaje.

En este artículo se describe un sistema generador de objetos de aprendizaje desarrollado en tres fases: 1. Creación 2. Distribución 3. Almacenamiento y visualización, utilizando dispositivos móviles bajo el sistema operativo Android, haciendo uso de plataformas de desarrollo de aplicaciones móviles de software libre como Android Studio de Google.

Palabras clave

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Dispositivos móviles, Objetos de Aprendizaje, S.O. Android.

ABSTRACT

The present technological development offers a comprehensive set of tools in the area of education that allow students to better learning. Mobile technology including mobile devices has the feature to provide digital material integrating and designing in an educational context becomes a strong multimedia and interactive material.

The development of tools that allow users to create and update digital material used for learning are related to the maceration and use of learning objects.

In this paper a generator system of learning objects in three phases 1. Create 2. Distribution 3. Storage and visualization, using mobile devices with Android operating system platforms using mobile application development Free software like Android Studio of Google.

Keywords

Mobile devices, learning objects, O.S. Android.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) está teniendo un impacto significativo en la sociedad actual y la vinculación con la educación no queda exenta[1]. La tecnología ofrece un amplio conjunto de oportunidades en el área de la educación y nuevas opciones que permiten al estudiante un aprendizaje diversificado. Esto ha provocado que los procesos de enseñanza-aprendizaje

tradicionales evolucionen, con el propósito de desarrollar estrategias didácticas que permiten apropiarse de diversas habilidades entre los estudiantes y enfrentar los requerimientos que exige la sociedad[1][2].

Incluir las TIC en el proceso de aprendizaje a través de aplicaciones como los dispositivos móviles, se ha comprobado que puede ser una herramienta importante para la formación de estudiantes autodidactas con la capacidades de aprender en cualquier momento y lugar de una forma efectiva y versátil[1].

Para Churchill, Hedberg [2] y Martín & Díaz [3] los dispositivos móviles son herramientas conocidas por los estudiantes, debido a que las nuevas generaciones están más familiarizadas con el entorno digital. Agregando que la tecnología portátil tiene la característica de ofrecer material digital como vídeo, audio, gráficos y texto. Si este material se integra y diseña en un contexto educativo, se puede obtener un material digital que sea fuertemente multimedia e interactivo, un ejemplo de ello es el trabajar con los **Objetos de Aprendizaje (OA)** que son adaptables para los estudiantes de forma presencial (dentro) o virtual (fuera) del aula de clases.

Para Acosta & otros [1], los objetos de aprendizaje se definen como cualquier elemento digital o no (texto, fotografía, gráfico, audio, vídeo), que es usado, rehusado o referenciado en el proceso de aprendizaje apoyado por las TIC. El diseño de los objetos de aprendizaje incluye aspectos tecnológicos y pedagógicos, que se pueden revisar, aspectos tecnológicos como: la Reusabilidad, Accesibilidad, Interoperabilidad, Portabilidad y Durabilidad y aspectos pedagógicos como: Objetico, Contenido, Actividades de Aprendizaje y Evaluación.

Los OA cobran una importancia relevante en la actualidad, desde el momento en que es implantado el modelo por competencias en el sistema educativo mexicano, incluyendo el nivel superior; toda vez que las características que incluye de forma tecnológica y pedagógica – didáctica, responden a las necesidades que encuadra el enfoque por competencias adquirido por instituciones de nivel superior como la UAGro, la BUAP, la UAG, entre otras más

Lo anterior sustenta la propuesta de diseñar un sistema generador de OA que sea una herramienta de apoyo a los Docentes y Estudiantes. A los Docentes les permitirá compartir un conjunto de temas específicos desarrollados bajo el esquema de OA, propiciando con ello que los pares académicos cuenten con un banco de contenidos específicos según necesidades, respondiendo a propuestas establecidas en academias y apegadas a contenidos o elementos de competencias a desarrollar según sea el caso de la institución que lo adopte.

Por otro lado, los estudiantes contarán con un repositorio de temas o elementos de competencias, los cuales podrán ser utilizados y reusados por todo aquel estudiante que requiera apropiarse de un conocimiento particular, teniendo como ventajas a futuro el

estandarización de antecedentes, desarrollo del tema, habilidades a fomentar, resultados esperados y/o evaluaciones de adquisición del conocimiento.

Desde el punto de vista informático, la estructura de un OA está constituida por dos elementos básicos: Una colección de contenidos multimedia y un conjunto de características que describen al OA, llamados metadatos. Los aspectos tecnológicos descritos en párrafos anteriores son esenciales en la construcción de un OA, por lo tanto los estándares de clasificación y empaquetado son fundamentales en el proceso de ensamble y distribución, siendo los más representativos: el estándar IEEE-LOM(define sintaxis y semántica de metadatos) facilita la clasificación y la especificación ADL-SCORM (estándar de empaquetado de contenido) define el protocolo de comunicación entre usuario y Sistema de Gestión de Aprendizaje[5]

A pesar de que los OA en su estructura organizacional tiene gran afinidad con las estrategias didácticas utilizadas por los docentes en el salón de clase y apoyadas para el aprendizaje, existe una barrera que impide el uso amplio y eficaz de los objetos de aprendizaje, la cual consiste en la dificultad basada en el manejo de TIC que se presenta en la creación de OA de calidad por parte de los profesores (especialistas en el tema de aprendizaje). Por lo que se hacen esfuerzos por presentar soluciones con herramientas que permitan crear OA de alta calidad con menor esfuerzo y costo[6][7].

En los últimos años, diversos trabajos han abordado los temas de diseño y elaboración de OA bajo diferentes metodologías de construcción y estándares antes mencionados.

A continuación se describen brevemente algunos de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje y plataformas móviles:

Reload Editor es un programa de código abierto implementado en Java, el cual permite organizar, agregar y empaquetar OA. Utiliza el estándar de metadatos IEEE-LOM. Pero debe hacer uso de herramientas adicionales para la creación de las páginas Web para poder visualizar el contenido, es una herramienta orientada a el usuario avanzado que tenga conocimientos técnicos[8].

Exe Learning software de código abierto implementado en Python, generador de paquetes de contenido, dispone de componentes HTML predefinidos (texto, galería de imágenes, vídeos y evaluaciones), para la estructura de contenido ofrece estilos predefinidos y los metadatos se rigen por el estándar Dublin Core. Por lo tanto los OA creados solo podrán ser visualizados en sistemas de gestión de aprendizaje por medio de un navegador Web[8].

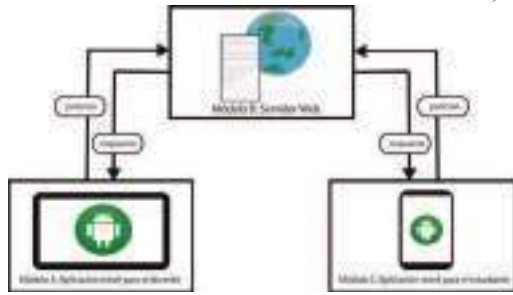


Figura 1. Diagrama del sistema generador de OA.
Fuente de diseño propio.

M2Learn contribuye a la construcción de un framework de código abierto para simplificar y facilitar el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje móvil, el cual tiene características de externalización de los servicios de las plataformas existentes de e-learning, gestión transparente de adquisición de datos a través de GPS, red móvil, WI-FI y acelerómetros, soporte de estándares de e-learning como IEEE-LOM para objetos de aprendizaje. Las aplicaciones de aprendizaje móvil desarrolladas a través del framework pueden ser ejecutadas en dispositivos móviles con sistema operativo Windows Mobile[2].

OA basado en imágenes móviles, la aplicación permite el acceso a información y servicios utilizando los modelos View Controller enfocado en Cliente-Servidor y funciones básicas de bases de datos. Con un servidor implementado en una arquitectura Intel bajo Open SUSE, Linux OS. El cliente implementado en un dispositivo móvil Sony Ericsson en la plataforma móvil JavaME[4].

La aportación a resaltar del presente artículo es la de un sistema generador de OA desarrollado en tres fases: 1. Creación, 2. Distribución y 3. almacenamiento y visualización de OA apoyados de dispositivos móviles con sistema operativo Android versión 4.0 o posterior, considerando las ventajas de la portabilidad que ofrecen los dispositivos móviles actuales y las plataformas de desarrollo de aplicaciones móviles de software libre como Android de Google.

En la siguiente sección se describe el proceso metodológico utilizado para el desarrollo de este Sistema generador de OA.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El sistema generador de OA está diseñado para ser manipulado a través de aplicaciones móviles y cuyos dispositivos están administrados con sistema operativo Android como son los teléfonos inteligentes y tabletas, que bajo una metodología educativa que contempla el esquema de Objeto de Aprendizaje permite a los usuarios (que para este caso en particular son docentes) crear, compartir, almacenar y visualizar OA, garantizando un ambiente gráfico, intuitivo y sencillo de utilizar.

El sistema se divide en tres módulos, el módulo A representa una aplicación móvil Android optimizada para tabletas que permite el

proceso de diseño y construcción de los objetos de aprendizaje de forma fácil, interactiva e intuitiva para los profesores sin que estos tengan conocimientos técnicos de programación.

El módulo C está orientado a los estudiantes, misma que ofrece los servicios de visualización de OA creados por los docentes de forma autónoma desde el módulo A.

El módulo B, funciona como intermediario o enlace entre los módulos A y C, a través de un servidor Web que será el encargado de almacenar los OA. El diagrama que ilustra la operatividad de los tres módulos se muestra en la figura 1.

El desarrollo de las aplicaciones que forman parte del sistema, los módulos A y C se basan en la metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles consultada en [9], la cual se encuentra enmarcada en cinco fases: Análisis, Diseño, Desarrollo, Pruebas de Funcionamiento y Entrega, como se presenta en el diagrama de la Figura 2.



Figura 2. Metodología aplicada para el desarrollo de las aplicaciones móviles. Fuente de diseño propio.

El modulo A del sistema es una aplicación móvil en Android orientada a los docentes, condicionada y diseñada para tabletas, basada en la metodología y la teoría de OA, incluye las herramientas útiles para el diseño e incorporación de elementos multimedia como texto, imágenes y vídeos a través de una interfaz intuitiva e interactiva.

El diagrama de casos de uso en la figura 3, muestra las funciones principales que la aplicación ofrece a los usuarios a través de interfaces y herramientas intuitivas e interactivas; estas funciones son: registrar usuario, crear un proyecto, eliminar proyecto, editar la interfaz visual del OA, agregar contenido multimedia, empaquetar OA y publicar OA en el servidor Web.

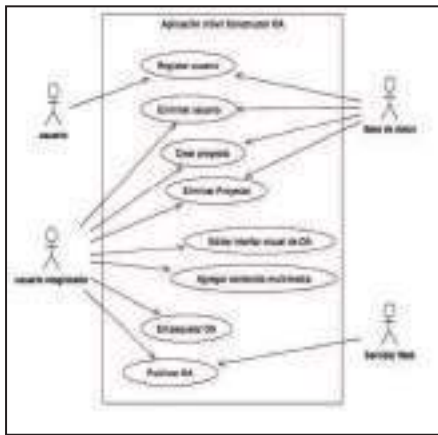


Figura 3. Diagrama de casos de uso del sistema generador de OA. Fuente de diseño propio.

Los OA creados por la aplicación del sistema propuesto tendrán una estructura definida desde la etapa de diseño, conformada por: los metadatos, antecedentes, aprendizaje y la evaluación del tema (ver figura 4).



Figura 4. Estructura del OA aplicado en sistema generador propuesto. Fuente de diseño propio.

Para poder empaquetar los OA se utiliza una técnica basada en el estándar de empaquetamiento ADL-SCORM que permite facilitar la portabilidad, distribución y almacenamiento de los OA. La técnica consiste en almacenar los elementos multimedia (texto, imagen y vídeo) en carpetas de contenido, que se administra a través de un archivo *manifest.xml* el cual contiene la información del diseño y estructura del contenido, así como el archivo *metadatos.xml* que proporciona datos para la clasificación (ver Figura 5).

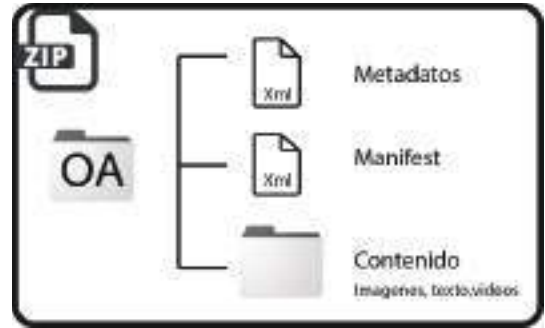


Figura 5. Diagrama de bloques, estructura del empaquetamiento de los Objetos de aprendizaje. Fuente de diseño propio.

RESULTADOS

Para el presente artículo, se pretende destacar el funcionamiento del módulo A correspondiente al sistema generador de OA creado para el apoyo a la educación en el nivel superior, por lo que en pruebas preliminares del sistema la aplicación correspondiente al módulo A (OACConstructor) , fue capaz de ofrecer una interfaz intuitiva e interactiva a través de un diseño sencillo para el fácil uso del usuario en la construcción de varios OA. En la Figura 6 se observa la pantalla de bienvenida de la aplicación en ejecución.

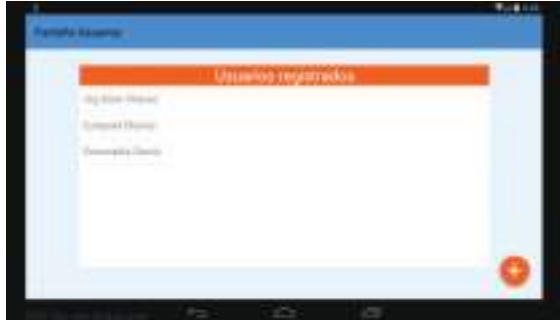
El módulo denominado Constructor OA (correspondiente al módulo A) no depende de ningún otro módulo para su manipulación y está diseñado para que el docente tenga la posibilidad de crear su OA bajo la metodología de los tres pasos aplicada en los OA (Antecedentes, Desarrollo/Conocimiento y Evaluación), misma aplicación al momento de terminar su diseño se almacena el OA generado en el módulo B.



Figura 6. Pantalla de Bienvenida de la App OACConstructor.

Posterior a la pantalla de bienvenida se muestra la pantalla denominada: “Pantalla Usuarios” (ver figura 7 a), la aplicación móvil permite el manejo de cuentas a través del registro de usuarios en una base de datos interna y así relacionarlos con proyectos, donde cada proyecto es un Objeto de Aprendizaje,

misma que es requerida para poder tener una cuenta como docente y así contar con un espacio personal para almacenar los Proyectos OA creados por cada uno de ellos (ver figura 7 b); mismos que en lo subsecuente pueden ser usados por diferentes pares académicos en caso de ser útiles para su actividad académica a desarrollar; (ver Figura 7).



a) Pantalla de Usuarios,



b) Proyectos OA

Figura 7. Pantalla de Registro de usuarios y proyectos.

En la Figura 8 se presenta la forma en que se crea un nuevo proyecto, iniciando con la creación del archivo de metadatos basado en el estándar IEEE-LOM, los objetos reados tiene la característica de ser almacenados en el módulo B a través de categorías que el mismo usuario puede contar, los datos requeridos para el llenado del metadatos son los que permitirán en lo sucesivo identificar el OA creado de un listado mostrado en el módulo B.



Figura 8. Pantalla de la App OAConstructor, formulario para la

creación del archivo metadatos.

En la Figura 9 se presenta la pantalla de diseño del OA, donde ofrece al usuario herramientas para personalizar estilos de textos, fondos y textos de botones, por su propuesta de selección de fondo y color específico permite que el usuario personalice su diseño principal del OA, siendo este una opción que en cualquier momento puede modificar el usuario.



Figura 9. Pantalla de la App OAConstructor, diseño del OA.

En la Figura 10 se muestra parte de la construcción del OA en una de las etapas, es de observar que las herramientas a usar siguen siendo simples y por lo tanto intuitivas para todo docente que este o no familiarizado con el manejo de aplicaciones, toda vez que por su nombre descriptivo propio permiten ser entendidas de una forma práctica (agregar texto, agregar imagen de archivo, cámara, video URL o de archivo).



Figura 10. Pantalla de la App OAConstructor, herramientas para la construcción del OA.

La figura 11 se presenta el esquema de evaluación, el mismo que es usado para formular las preguntas que detonarán el formalizar el conocimiento adquirido al término de explorar el OA por el estudiante, y que puede servir como referente para determinar si el tema fue apropiado o no de manera adecuada. El esquema a utilizar es simple y está basado en preguntas formuladas con posibles respuestas, de las cuales una es la correcta y las demás son distractores.



Figura 11. Pantalla de la App OAConstructor, herramienta para la incorporación de cuestionarios al OA.

El principal reto resuelto para el diseño y puesta en marcha de este sistema generador de OA fue la incorporación de la técnica de empaquetamiento de los OA en los dispositivos móviles, incluyendo la creación de los archivos *manifest* y *metadatos* con extensión *xml*. Una vez que los objetos de aprendizaje se empaquetan con sus archivos correspondientes, el archivo puede ser compartido o almacenado en el servidor Web, para su visualización con la aplicación móvil que será manipulada posteriormente por los estudiantes en el módulo C.

CONCLUSIONES

El sistema generador de OA de aplicaciones móviles Android para crear, compartir y visualizar, en su desarrollo (Modulo A) ofrece un ambiente diferente de implementación, mismo que aprovecha las ventajas actuales, dispositivos móviles como es la utilización de la cámara para imágenes y videos que se incluyen en los OA .

También es de destacar que se tiene una técnica acompañada de un asistente para la creación de los OA, lo anterior permite al usuario (docente) motivar el desarrollo de micro temas, los que permitirán ser usados en su momento por parte del estudiante para fortalecer el proceso de aprendizaje independiente.

En su primera etapa del sistema se realizaron pruebas de confiabilidad en diversos dispositivos inteligentes con la finalidad de detectar algunas inconsistencias de uso y de posible uso del sistema.

ALCANCES FUTUROS

Aun cuando se describe en este artículo el manejo del módulo A, al momento de terminar este artículo, se está diseñando un esquema de capacitación y entrenamiento teórico – práctico, que estará dirigido para ser aplicado en dos etapas, siendo la primera la generación de OA por parte de docentes y la segunda la

evaluación de las OA por parte de los estudiantes; lo que permitirá recabar información importante que determinará la usabilidad y adopción del sistema generador de OA en instituciones de nivel superior o en su defecto de niveles inferiores.

AGRADECIMIENTOS

El autor reconoce en gran medida a el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) por el financiamiento

REFERENCIAS

- [1] Acosta Gonzaga, E., Rodríguez Mancera, J. A., & Ferrer Soto, A. (s.f.). Objetos de Aprendizaje para Dispositivos Móviles como Herramientas Generadoras de Ventajas en el Proceso de Aprendizaje.
- [2] Churchill, D., & Hedberg, J. (s.f.). Learning object design considerations for small-screen
- [3] Martín, S., & Díaz, G. (s.f.). M2Learn: Framework Abierto para el Desarrollo de Aplicaciones para el Aprendizaje Móvil y Ubicuo.
- [4] Starostenko, O., & Perez-Lezama, C. (s.f.). Formalization of learning objects for image-based language learning in mobile environments.
- [5] Menéndez, V., & Prieto, M. (s.f.). Sistemas de Gestión Integral de Objetos de Aprendizaje.
- [6] Gordillo, A., & Barra, E. (s.f.). Facilitating the creation of interactive multi-device Learning Objects using an online authoring tool.
- [7] Torres Domínguez, A., & Cárdenas Sáinz, D. (s.f.). Diseño de Objetos de Aprendizaje Utilizando la Herramienta de Modelado UML.
- [8] Díaz, F. J., & Schiavoni, A. (s.f.). Construyendo Objetos de Aprendizaje utilizando estándares abiertos y sistemas open source. Una experiencia sobre un curso de Accesibilidad Web.
- [9] Mantilla, M. G., Ariza, L. C., & Delgado, B. M. (2014). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Tecnura*, 18(40), 20-35.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=dat8c0ZYOVw>

ICT tool for teaching and learning the graphical analysis of polynomial and rational functions

Jairo Guerrero Garcia
University of Nariño
Galeras.Net Research Group
Pasto, Colombia
(+57) 2 731 3034
jg@udenar.edu.co

Jesus Insuasti
University of Nariño
Galeras.Net Research Group
Pasto, Colombia
(+57) 2 731 3034
insuasty@udenar.edu.co

Manuel Bolaños González
University of Nariño
Galeras.Net Research Group
Pasto, Colombia
(+57) 2 731 3034
mbolanos@udenar.edu.co

ABSTRACT

Differential calculus is a branch of mathematics concerned with the determination, properties, and application of derivatives and differentials. In higher education scenarios related with engineering and applied science, one of the most common tools in mathematics is the application of the concepts of the differential calculus. However, teaching and learning in applied science using differential calculus is some difficult given the abstraction level of those concepts. In these scenarios, didactic tools are quite suitable in order to support teaching and learning activities. This paper is the result of a research which explored the design, construction and usage of an ICT tool to support teaching and learning activities related with graphical analysis in the first course of Calculus at undergraduate level. This paper contains the theoretical background, methodology, software construction, didactic strategy in context, findings and conclusions.

Categories and Subject Descriptors

K.3.1 [Computer Uses in Education]: Computer-assisted instruction (CAI)

General Terms

Experimentation and Verification.

Keywords

ICT, graphical, analysis, polynomial, rational, functions.

1. INTRODUCTION

In education settings of engineering and applied science, differential calculus is an important part in the formation of students in undergraduate programs associated with these areas of knowledge. Taking into account that differential calculus is about describing in a precise fashion the ways in which related quantities change [1], teaching differential calculus using the instructor-centered instruction presents common learning problems; instead, the use of student-centered instruction –a.k.a. inquiry-based learning or discovery-based learning– has proven to be highly effective at several courses [2].

The course of differential calculus in undergraduate programs at the University of Nariño (Pasto, Colombia) has similar situations related with the way how the concepts of derivatives and differentials are taught. This situation has generated a series of initiatives in order to face learning problems; one of them was addressed to use ICT with the purpose to support teaching and learning activities about differential calculus. In this vein, an research in the University of Nariño and the GALERAS.NET Research Group was developed with the main objective to support teaching and learning in matter of the use of differential calculus. Given that the scope of differential calculus in real applications is quite wide, only one topic was selected: the graphical analysis of polynomial and rational functions.

The research allowed designing and building an ICT tool to support teaching and learning the graphical analysis of polynomial and rational functions. Such tool was used in real context in a

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

differential calculus course of the Systems Department at the University of Nariño, and the educational experience using an inquiry-based learning approach was documented.

2. THEORETICAL BACKGROUND

The representation of any function in the Cartesian plane can be performed through the use of Calculus. In this vein, the representation of any function is guided by the table 1.

Table 1. Representation of functions

Phase	Tool / Description	
Getting information	Function $f(x)$	Domain, range, cutoffs, signs, periodicity, symmetry, asymptotes, discontinuity
	1 st Derivative $f'(x)$	Monotony, extremes
	2 nd Derivative $f''(x)$	Extremes, curvature, inflection points
Classification	Polynomial	
	Rational	
	With roots	
	Exponential	
	Logarithmical	
	Trigonometrical	

Source: This research.

With this information, the analysis is performed for polynomial and rational functions with one independent variable for this research. So, the methodology for making the representation of a function takes into account the analysis of the function, the first derivative and the second derivative.

The first step is related to the information extraction from the function itself. In this vein, the function domain is established as the set of real numbers where the function is defined and where a value for x implies the existence of its image in y . Taking into account the function itself, the next steps is to determine the cutoffs with the axis; when $x = 0$ in the function, the value for y shows the cut point in OY ; and when $y = 0$ in the function, solving the equation $f(x) = 0$ will show the cut point in OX .

According to the functions, the possibility of having asymptotes depends on themselves. An asymptote is a line that a function's curve approaches, as it heads towards infinity. There are three types of asymptotes: horizontal, vertical and oblique. The explanation of the types is shown below [3]:

VERTICAL: If $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$, the line $x = a$ is a vertical asymptote.

HORIZONTAL: If $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = b$, the line $y = b$ is horizontal asymptote.

OBLIQUE: When $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = \infty$, an oblique asymptote could be the line $y = mx + n$, where

$$m = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{x} \text{ and } n = \lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) - mx)$$

Another information is extracted by the analysis of the first derivative, and it is related by finding the maxima and minima of the function.

2.1 Previous works

Since 30 years ago, the way how people use computers to solve mathematical problems has been based on the usage of specific programs. With these programs, "when people type a mathematical expression using keyword or phrase into a form and click on a button or icon on the screen, a list of results appears by making calculations." [4].

All starts with a concept coined inside the domain of Human Computer Interaction (HCI), technology, such concept is Natural User Interface (NUI). But, what is the main idea behind the NUI concept? Well, the notion about something "Natural" comes from the "real world"; where human beings interact in a traditional way as they do the things in real life. Then, taking into account this principle, the main idea behind the NUI points toward how people can leverage the potential of new technologies to better their own capabilities [5]. In this order of ideas, default graphic user interfaces have permitted the development of software applications for all contexts; however, the way how the end user interacts with the software (and computers of course) belongs to an existing and predominant paradigm. This is the action field of NUI; where it is necessary to explore alternative ways to deal with technology. In this vein, it is important to take into account that the mathematical expression that a computer must "understand" should be quite similar to the natural world, the same manner to express mathematical functions in real world, indeed.

In a preliminary review about researches in matter of HCI-based technologies in common tasks of daily life, new hardware devices have been developed in order to interact with end users in different ways. Current systems based on speech and gesture recognition have had an enormous application in entertainment environments such as video games; in this vein, some companies in the game industry have developed alternative ways to play their products, including motion controllers, voice commands and gesture capture, among others.

Historically, several companies developed their technologies around the NUI concept. Nonetheless it is important to do a special emphasis in a specific project that brought such concept to impressive levels: the Microsoft's "Project Natal". This project is based on the usage of a motion-sensing device (now known as Kinect Sensor) which was designed exclusively for the XBOX 360 gaming console. In that context, "one of the distinguishing factors that makes this device stand out among others in this genre is that it is not a hand-controlled device, but rather detects your body position, motion, and voice" [6]. According to this features in terms of functionality, Kinect Sensor is a good tool for developing HCI-based application by using speech and gesture commands.

In spite of its initial intention for gaming, these hardware devices have a huge potential in terms of usability in different scenarios. Boulos et al. [7] stated in their background review HCI-based techniques that can be used for conferencing purposes, for diagnosing mental disorders in children, for telepresence in surgery procedures, even for visual effects in marketing and publicity. In similar terms, Warade [8] proposes new ways for training by using Kinect cameras.

Taking about gestures, Project Mudra worked on natural interfaces for replacing the mouse's movements and its actions [9]

In the same way, a novel way to replace the computer’s mouse was proposed by Mangalindan [10] through Kinect camera. In addition, in the Economist there was an interesting report about a research project that worked with Microsoft Kinect in order to become portable the computing solutions by using light projections, and infra-red positioning in hands and fingertips.

On the other hand, Newby [11] explores a novel way to represent information in 3D environments for information retrieval tasks. It constitutes into an important first step for this project’s intention. In addition, several examples about new ways to represent information and retrieve data within the topics of computer vision are provided by a series of workshops and conferences [12]. In the same topic about representing information in three-dimensional environments, Japanese researchers proposed at the end of the 20th century a 3D browsing space where the “time coordinate” is present in the visualization of information. They represent a hierarchical space for browsing information in a graphic way; to do that, items in the space must be related in a structured way in order to create series of planes in the 3D environment [13]. And this is very important to represent advanced mathematical expressions in 2D and 3D.

In technical terms, an excellent resource of information about how to work with speech recognition and gesture capture by using Microsoft Kinect is the electronic book written by Kean et al. [14]. This new book provides a complete reference for programmers in order to construct robust systems based on Microsoft Kinect.

Talking about HCI innovations, a novel project led by the Leap Motion shows how a HCI device can be used to command computer applications by gestures. In this vein, that enterprise has developed a hardware device that tracks the user’s hand movement in front of the HD monitor [15]. In spite of the enormous benefits for HCI-based applications, Leap Motion controller is exclusively focused on user’s hands; with this, it cannot track the entire human body, and it does not recognize voice commands either.

Regarding Web search and Web browsing and tools for academic scenarios, an important issue is presented when end users have some kind of disabilities. In such context, alternative ways for doing Web searches and then exploring their results must be proposed; this is the case of an interesting project called WebTree. WebTree promotes the use of Web search and browsing in a different way according to the current paradigm ‘type a text and get a list of links’; with this, such project proposes a simple user scenario for representing Web-based documents into a tree-structured interface [16]. In addition, Web search results can be also filtered according to some special mark-up tags; where it is considered an interesting contribution in terms of Web search.

On the way of looking for new alternatives in Web browsing, several contributions can be highlighted such as 3D Web Browsing experiences by SpaceTime 3D [17] and iFree3D [18]. Both web sites provide a fresh experience in 3D for Web browsing tasks; they were built by using Adobe Flash. For those sites, it is required to have experience in navigating within 3D environments; in addition, they are embedded solutions in HTML pages; which implies the usage of a Web browser.

An interesting work related with gesture-based web browsing using Microsoft Kinect was done in the MIT Media Lab. This experience contemplated the use of gestures in order to navigate in a customized web browser; in addition, it was included

functionalities in open tabs for selecting links, browsing history, scrolling, zooming, and panning. That project is called DepthJS which is available in the official web site of MIT Media Lab (<http://depthjs.media.mit.edu/>). An important contribution of DepthJS is the strong support in JavaScript for the usage of Microsoft Kinect, which implies an enormous potential in terms of portability in Web environments of such device [19].

In relation with Web browsing, Microsoft Corporation announced on June 2012 the new implementation of its Web Browser Internet Explorer within the game console Microsoft Xbox 360. For this particular case, the experience of browsing the Web will be available by using voice commands in the game console [20]. In spite of the novel approach, navigation tasks are practically the same in the sense of giving search criteria and browsing Web results as a manner of list of links. This could be very relevant in educational settings, in order to make important developments in tools for teaching and learning scenarios.

3. METHODOLOGY

3.1 Educational setting

In academic and specific research of mathematics and engineering scenarios, analysis of polynomial functions is common. Given this need, GALERAS.NET research group creates an ICT tool called PolRat Graphic Analyzer as an easy to use solution to perform a basic analysis of polynomial and rational functions (within the body of the Real numbers) of a single independent variable the canonical form [21]:

$$f : x \mapsto P(x)$$

$$P(x) = \sum_{i=0}^n a_i x^i = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n$$

And

$$f(x) = \frac{P(x)}{Q(x)}$$

3.2 Creating the ICT tool

The knowledge area of software engineering process deals with the definition, implementation, assurance, measurement, management, change and improvement of software productions. Taking into account the different methodologies for building software, it has opted for appropriating and adapting the RUP (Rational Unified Process) [22], which is characterized by: A process driven by use cases, a process focused on architecture, and an iterative and incremental process. In this vein, the following schedule (figure 1) was stated:

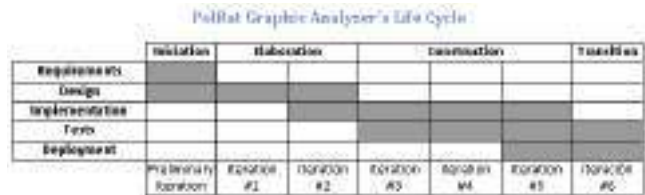


Figure 1. ICT tool’s Life Cycle

Initiation: The phase where necessary inputs are set to develop the project, among them: the conceptualization of the

desktop application, server-side services and middleware, as well as the attainment of resources to be used.

Preparation: Time when the overview of the project along with the design of its architecture is defined. New system requirements based on the needs of end users from functional and nonfunctional optical are specified.

Construction: This phase implements the system using computer technology, its development is driven by the model which examines several times if the software product is intended to meet the needs of users.

Transition: When end users interact with the system, some adjustments must be made in order to provide a life time to the system.

PolRat Graphic Analyzer is the specific name of the ICT tool, which represents a computational solution as a desktop application (setup.exe installer). PolRat Graphic Analyzer is the software responsible for making applications for graphical analysis of polynomial and rational functions of one independent variable by users, then it communicates with the Middleware at the server to respond promptly to the request given by the user. Given that, the ICT tool is a desktop solution easy to use, generic diagram of the architecture is shown in figure 2.

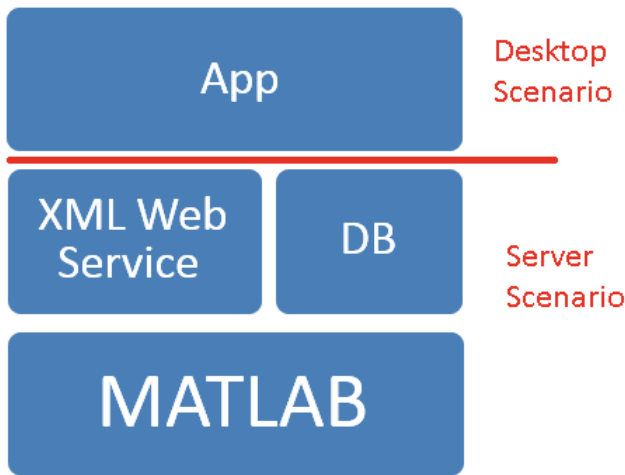


Figure 2. ICT tool's general architecture

In the use case diagram it is possible to appreciate the existence of two subsystems: Middleware technology [23] based on XML Web Services [24] with persistent database and a desktop application. This subsystems can be shown in figure 3.

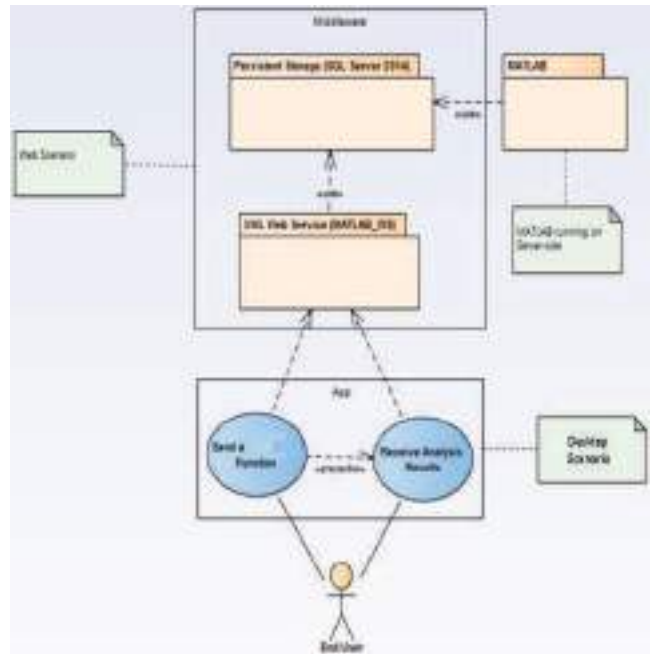


Figure 3. ICT tool's use case diagram

The general architecture of the ICT Tool recreates two environments: the stage desktop and server scenario. In the desktop application is deployed only for computers with Microsoft Windows, which is a packaged software format installer setup.exe. In Server, an instance of MATLAB® [25] is required; and beside it, a web service XML which interact with the database engine Microsoft SQL Server is deployed. In this vein, the structure of the desktop application (the ICT tool) is shown in table 2 and the structure of the server-side Web Service is shown in table 3.

Table 2. Desktop application structure

ITEM	DESCRIPTION
\PolRat Graphic Analyzer	Main directory
\bin	Compiled code directory
\obj	Object code directory
\Properties	Information directory
\Service References	Web service reference
- WS	Proxy channel to the server
- App.config	Configuration file
- SplashScreen.png	Splash Screen
- Icon.ico	Icon
- MainWindow.xaml	Main Screen - GUI
- MainWindow.cs	Main Screen – Code behind

Source: This research.

Table 3. Web Service structure

ITEM	DESCRIPTION
\\MATLAB_WS	Main directory
\\App_Code	Source code directory
- DS.xsd	Data Set
- Default.cs	Main Source Code
- Default.asmx	Entry point of the web service
- Web.config	Configuration file

Source: This research.

The deployment of the ICT tool Works with Internet dependency. The desktop application (which is called PolRat Graphic Analyzer and it constitutes the ICT tool itself) must be installed in desktop computer with Microsoft Windows Operating System. The usage of the ICT tool requires Internet access in order to communicate the tool with the Middleware in server. All the expressions about the polynomial or rational functions are written the ICT Tool; then, the ICT tool send the information toward the Middleware where MATLAB® will process the data. The information about the results is sent back to the ICT tool. The explanation about how the ICT Works is shown in figure 4.



Figure 4. ICT tool's use case diagram

4. RUNNING THE ICT TOOL

The desktop application is designed to be easy to use, because it has a very intuitive interface. When starting for the first time, the screen appears as it is shown in figure 5. It should be noted that the application requires interacting with a Middleware through the Web. Therefore it must be ensured that the computer that is running the ICT tool has Internet access.



Figure 5. ICT Tool's Main screen

Once end users enter the expression that represents the polynomial or rational function, Analyze Function button is pressed. From that moment, the ICT tool connects to the Middleware of the server of the research group –therefore the computer where the ICT tool is running must have Internet access–. When the polynomial or rational function is solved by MATLAB® in the server, through Middleware it is reported the results back to the ICT tool, presenting them as follows in figure 6. Each tab strip represents the analysis result like this: cutoffs, asymptotes, critical points, maximums, minimums, inflection points of the function and the resulting graph in the Cartesian plane.

It should be noted that the acceptable expressions shall have the computational format compatible with MATLAB®, for example:

If users want to process the polynomial function:

$$y = x^2 + 2x + 3$$

Then the entry into the desktop application will be:

$$x ^ 2 + 2 * x + 3$$

Keep in mind the hierarchy of signs, to ensure that computational written expression matches the function described mathematically.

It is important to take into account the system input restrictions, namely:

- All expressions must respond to a polynomial or rational function of a single independent variable "x"
- All expressions must be computationally well written, given signs, operators, and parentheses balancing if necessary. To do that, always consider MATLAB® nomenclature.

• All answers are given in the domain of real numbers, answers in the domain of complex numbers are not reported. In this example, once the expression was written, the results for each tab strip shows the following values listed in table 4:

Table 4. Results for each tab strip in the interface

Item	Results
Domain of the function	X between -10.0 and 10.0 ¹
Intersecting the Axes	(0, 3)
Asymptotes	Horizontal asymptote: No Vertical Asymptote: No Oblique Asymptote: No
Critic Points	X = -1
Maximum, Minimum and Inflection Points	Maximum Point: No Minimum Point: No Inflection Point: No

Source: This research.

Finally, the graphic analysis shows as below:

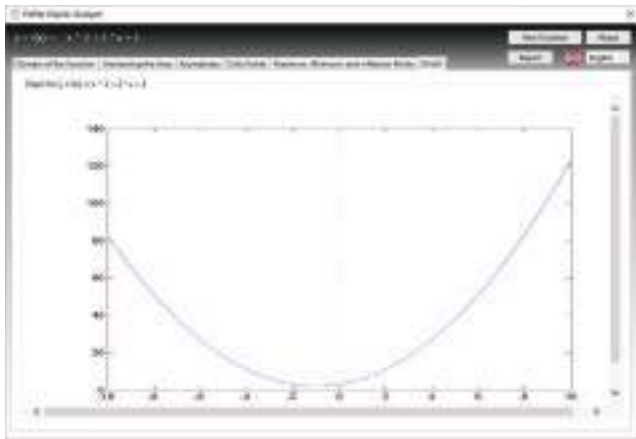


Figure 6. ICT Tool's graphic result

To this goal, the ICT tool serves as interface with the user through different computers with Microsoft Windows 7 or higher operating system. Such application connects via the Internet to a custom built Middleware to receive requests for desktop applications and server communicate with MATLAB® to perform graphical analysis to polynomial and rational functions by users. Communications with the Middleware are performed using XML Web Services technology with persistent management information in a database server. Thus, many users can use MATLAB® resources through their own computers. The end users were a sample of students of the System Department of the University of Nariño.

When an analysis was performed, the users can generate a final report of such analysis in HTML format. It was chosen HTML format due to the high compatibility in order to make

¹ These values can be altered by users if another different range will be analyzed in the function. The values -10.0 and 10.0 are default values by the ICT Tool.

portable the information [26]. The exportation of the final report is show in the default Web Browser in the computer where the ICT Tool is running. The final report is shown in figure 7.

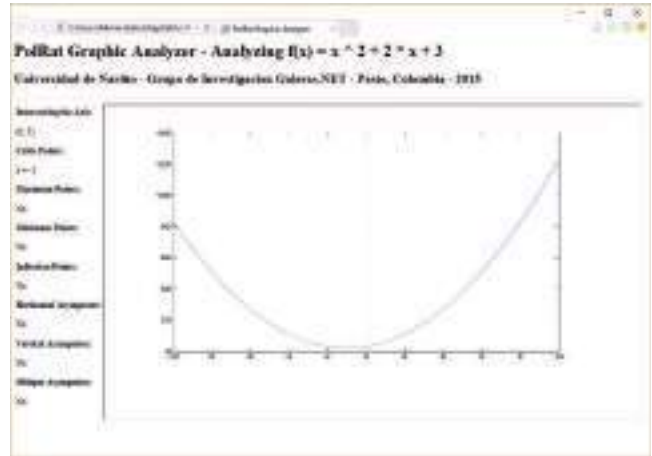


Figure 7. Final report in HTML format.

5. FINDIGNS

The tool was tested through a usability study. Such study was based on series of tests with different degrees of difficulty. 5 participants were required; according to [27] "a small number of users will find most of the problems". In the selection process, it was taken into account the level of education of the people related with computer science; these people belong to the Systems Department and they are undergraduate students. Each participant performed a guided test according to a pre-established process. Those guided tests consisted in 3 exercises of analyzing polynomial and rational functions. The experiences were observed and measured by the researchers, measuring the spent time on the analysis tasks; in addition, special attention was given to observing how participants manipulated the tool in terms of functionality. After finishing each guided test, each participant answered a survey taking into account the experience with the tool. Each participant followed the instructions for interacting with the tool. Then, they started with the usability test, where they chose 3 functions for analyzing. The spent time for each task was recorded in a control sheet and observations of the interaction were written on it as well. After the usability test was completed, the participants filled out a survey and which results are shown in figure 8.

Table 5 shows the summary of the Usability test. The results show that 5 people were involved in such test: 01JG, 02SV, 03AB, 04NJ, and 05MB are the code names. This codification is based on sequential numbers of the participant according to the order of taking the test (from 01 to 05) and the capitalized letters represent the initials of their names. The main points asked in the survey were:

Q1. Assess the degree of functionality of tool in function analysis ({1} Poor, {2} Fair, {3} Excellent)

Q2. Did you like the way how the tool results were presented? ({1} It was chaotic, {2} It was confused, {3} It was ordered, {4} Definitely, I like it)

Q3. How was the precision of the tool by using function analysis? (1) Very imprecise, (2) Imprecise, (3) Precise, (4) Very precise)

Q4. In general, how easy was the use of the tool for finding results on function analysis? (1) Pretty difficult, (2) Difficult, (3) Normal, (4) Easy, (5) Pretty easy)

Q5. Do you have any comments or suggestions regarding the proposed tool? (It is an open question)

Table 5. Usability test results

Subject	Spent time (Minutes)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
01JG	13	2	4	4	5	I like it!
02SV	9	2	4	4	5	I liked so much the user interface
03AB	12	2	4	3	5	Intuitive interface, but has Internet dependency
04NJ	10	2	4	4	5	Interesting alternative.
05MB	9	1	4	4	5	Graphics can be improved

Source: This research.

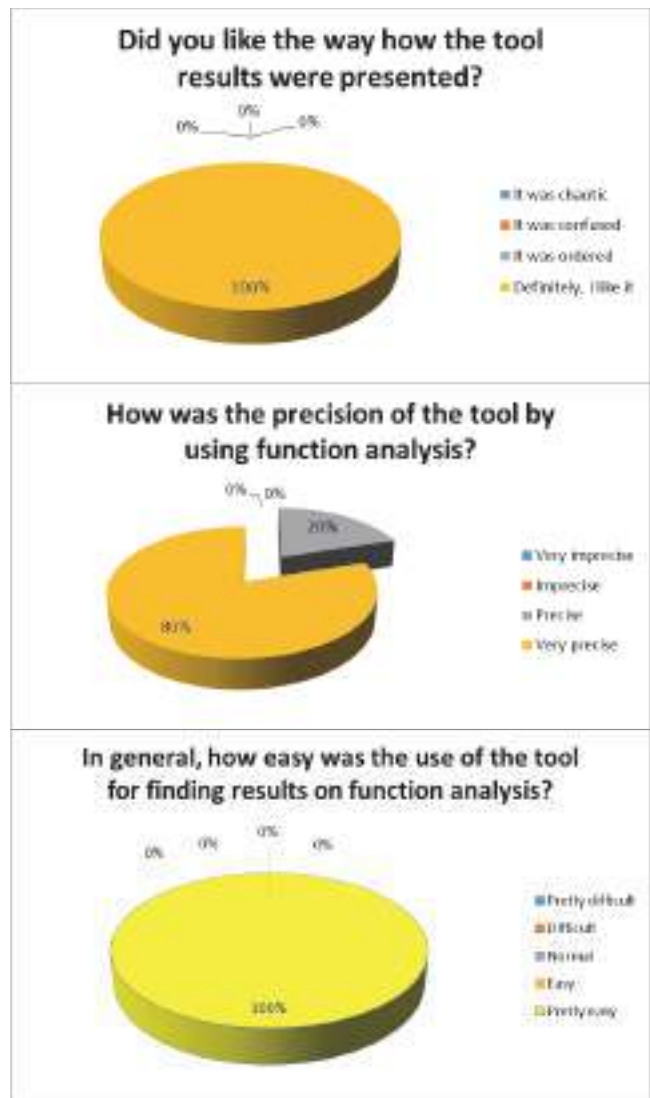
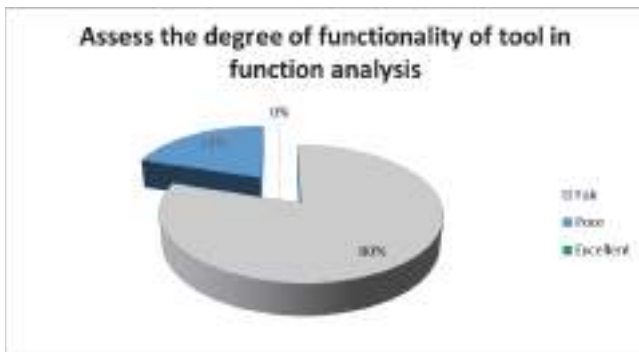


Figure 8. Results for questions Q1 to Q4.

In general, the total experience in terms of usability was considered a good result for the usability test. The findings suggest that the tool was well accepted for testers. Taking into account the first 4 answers, the most common responses were positive, which suggest that the proposed tool is feasible and highly intuitive. Finally, according to the last question (Q5), which was an open question for comments and suggestions, it is evident that the dependency on Internet access is relevant in the usage of the tool in real contexts. However, the general feeling was satisfactory in relation with the proposed goals.

6. CONCLUSIONS

The research of alternative ways for doing function analysis with ICT tools promotes the development of scenarios on teaching and learning in this matter. According to this, a relevant scholarly contribution is generated in the sense of unleashing a series of research projects where ICT tools help to facilitate processes of teaching and learning topics in mathematics with high level of abstraction. With this idea, this research provides an example about how to create a computing-based solution in the field of education where students can make experiments with polynomial

and rational functions in order to do mathematical and graphical analysis.

The implementation of a tool based on the proposed graphic model is a valuable contribution in the sense of demonstrating that such proposal is feasible. Consequently, the main goal of the research was successfully accomplished due to the findings in the usability test. The set of resources related with the construction and deployment of the tool is available for download; this is for those who want to continue on new developments in this matter.

In technical terms, it is important to emphasize that the ICT tool's source code is available for download. Thus, people that are interested in developing computing solution about the topic could consider this tool as a reference. This represents a contribution for the programmer's community. In addition, it is also important to note the relevant role of the MATLAB® in server-side due to the usage of such powerful engine to help solving mathematical expressions.

A tool cannot replace the teacher; on the contrary, the tool serves the teacher to supplement their teaching and students learning in the work. According to the results, the support for teaching and learning activities can be demonstrated by the use of the ICT tools in real contexts.

On the other hand, the use of MATLAB® in educational scenarios is limited by the acquisition of its license. In terms of financial support, several educational institutions do not have the enough financial support to acquire a MATLAB® license. In this vein, this ICT Tool.

7. ACKNOWLEDGMENTS

The authors want to thank to the sample of students of the Systems Department of the University of Nariño that form part of the Usability test. The authors recognize the relevant use of the MATLAB® engine in server-side; MATLAB® is a trademark of The MathWorks, Inc.

8. REFERENCES

- [1] Thomas, C. 1997. *Introduction to Differential Calculus*. Mathematics Learning Centre. University of Sydney.
- [2] Loft, B. 2014. Differential Calculus. In *Journal of Inquiry-based Learning in Mathematics*. Sam Houston State University, [online] <http://teaching.danaernst.com/files/fall2014/mat136/DifferentialCalculus-JIBLM.pdf>
- [3] Polya, G. and Szegő, G. 2013. *Problems and Theorems in Analysis: Theory of Functions · Zeros · Polynomials Determinants · Number Theory · Geometry*. Springer. Natick, MA.
- [4] Hartman, K., & Ackermann, E. 2005. *Searching & researching on the Internet & the World Wide Web*, 4th Edition, Franklin, Beedle And Associates: Wilsonville, (OR),. USA.
- [5] Wigdor, D., & Wixon, D. 2010. *Brave NUI world: designing natural user interfaces for touch and gesture*, Morgan Kaufmann / Elsevier: Burlington, (MA), USA.
- [6] Jana, A. .2012. *Kinect for Windows SDK Programming Guide: Build motion-sensing applications with Microsoft's Kinect for Windows SDK quickly and easily*, Packt Publishing: Birmingham, UK.
- [7] Boulos, M., et al. 2011. 'Web GIS in practice X: a Microsoft Kinect natural user interface for Google Earth navigation', *International Journal of Health Geographics*, 10, p. 45.
- [8] Warade, S., Aghav, J., Claude, P., & Udayagiri, S. 2012. 'Automated Training and Maintenance through Kinect', *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, 2(3), p. 14.
- [9] Dave, A., Bhumkar, Y., Abraham, A., & Sugandhi, R. 2012. 'Project Mudra: Personalization of Computers using Natural Interface', *International Journal of Computer Applications*, 54, p. 42.
- [10] Mangalindan, J. 2012. 'Replacing the Mouse', *Fortune*, 166(1), p. 25.
- [11] Newby, G. .2002. 'Empirical study of a 3D visualization for information retrieval tasks', *Journal of Intelligent Information Systems*, 18(1), pp. 31-53.
- [12] Fusiello, A., Murino, V., & Cucchiara, R. 2012. *Computer Vision - ECCV 2012. Workshops and Demonstrations, October 7-13, 2012, Proceedings. Part III*, Springer: Berlin, Germany.
- [13] Kakimoto, T., & Kambayashi, Y. 1999. 'Browsing functions in three-dimensional space for digital libraries', *International Journal on Digital Libraries*, 2(2/3), p. 68.
- [14] Kean, S., Hall, J., & Perry, P. (2011) *Meet The Kinect: An Introduction To Programming Natural User Interfaces*, Apress: Emeryville, (CA), USA.
- [15] Leap Motion Inc. 2012. 'The Leap Motion Controller', Leap Motion Product' Home Page, [Online] Available at: <https://www.leapmotion.com/product>, (Retrieved at: February 9th, 2013)
- [16] Walshe, E., & McMullin, B. 2006. 'Browsing web based documents through an alternative tree interface: The WebTree browser', *Computers Helping People With Special Needs*, Proceedings, 4061106-113.
- [17] SpaceTime 3D Inc. n.d. *SpaceTime 3D's Home Page*, [Online] Available at: <http://www.spacetime3d.com/>, (Retrieved at: February 16th, 2013).
- [18] TLG View. 2009. *iFree3D's Home Page*, [Online] Available at: <http://www.ifree3d.com/>, (Retrieved at: February 16th, 2013).
- [19] Zinman, A., Fritz, D., Elliott, G., & Shilkrot, R. 2010. 'DepthJS', MIT Media Lab's Home page, [Online] Available at: <http://depthjs.media.mit.edu/>, (Retrieved at: February 9th, 2013).
- [20] Reisinger, D. 2012. 'Kinect-Enhanced Internet Explorer coming to Xbox', *CNET Reviews' Home Page*, [Online] Available at: http://reviews.cnet.com/8301-21539_7-57446795-10391702/kinect-enhanced-internet-explorer-coming-to-xbox/#!, (Retrieved at: February 9th, 2013).
- [21] Duren, P. 2012. *Invitation to Classical Analysis (Pure and Applied Undergraduate Texts) 17th Edition*. American Mathematical Society. Rhode Island.
- [22] Kroll, P., Kruchten, P., & Booch, G. 2003. *The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP*. Addison-Wesley Professional, USA.
- [23] Britton, C. and Bye, P. 2004. *IT Architectures and Middleware: Strategies for Building Large, Integrated*

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

Systems. 2nd Edition. Addison-Wesley Professional. USA.

- [24] Erl, T. et al. 2014. Next Generation SOA: A Concise Introduction to Service Technology & Service-Oriented Architecture (The Prentice Hall Service Technology Series from Thomas Erl) 1st Edition. Prentice Hall. USA
- [25] The MathWorks, Inc. 2016. MATLAB. [online]
<http://www.mathworks.com/products/matlab/?requestedDomain=www.mathworks.com> (Retrieved: July 12, 2016) USA.
- [26] Duckett, J. 2014, *Web Design with HTML, CSS, JavaScript and jQuery Set* 1st Edition. Wiley, USA.
- [27] Nielsen, J., Turner, C., and Lewis, J. 2006 'Determining Usability Test Sample Size', International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors, 2nd Edition, 3, Waldemar Karwowski, Boca Raton, FL, USA. pp. 3084-3088.



Mejorando la enseñanza del cálculo de probabilidades en el nivel superior utilizando el software *Mathematica*

Miguel A. Herrera. Miranda
Universidad Autónoma de Guerrero
Unidad Académica de Matemáticas
Estado de Guerrero, México
Tel. +5214773259514
herrera polo@hotmail.com

Mario Hernández Hernández
Universidad Autónoma de Guerrero
Unidad Académica de Ingeniería
Estado de Guerrero, México
Tel.+5217471120661
mariohh14@hotmail.com

Israel Herrera Miranda
Universidad Autónoma de Guerrero
CIPES
Estado de Guerrero, México
Tel. +5217335846366
israel_hm@hotmail.com

José Luis Hernández
Hernández
Universidad Autónoma de Guerrero
Unidad Académica de Ingeniería
Estado de Guerrero, México
Tel. +5217471638004
tec_jlhh05@yahoo.com.mx

Severino Feliciano Morales
Universidad Autónoma de Guerrero
Unidad Académica de Ingeniería
Estado de Guerrero, México
Tel.+5217471513629
sevefelici@hotmail.com

RESUMEN

En este trabajo se describen de forma detallada las principales técnicas de conteo las cuales se asocian con sus respectivos comandos en el software *Mathematica*, utilizando ejemplos representativos. Para la enseñanza de la probabilidad se requiere el manejo de los principios del análisis combinatorio o técnicas de conteo. Muchas veces los alumnos no son conscientes de que en las actividades de la vida diaria están presentes las diferentes aplicaciones de las técnicas de conteo: Por ejemplo, al elegir el transporte que utilizaremos, cuando seleccionamos la vestimenta, al escoger los alimentos del desayuno o comida, al organizar las

diferentes actividades de un día cualquiera, etc. Sin estar plenamente conscientes utilizamos las permutaciones, la combinatoria, el principio aditivo y multiplicativo, unos en mayor o menor escala. Estas acciones también las encontramos en la actividad laboral, industrial y empresarial, así como en diferentes servicios públicos o privados. Es por ello que cobra relevancia estudiar y conocer a fondo las técnicas de conteo, auxiliados por programas de software con el objetivo de aplicarlas de una manera correcta tanto en el aula como en cualquier situación a la que se enfrentan los estudiantes en la vida diaria o el mercado laboral.

ABSTRACT

In this paper are described in detail the main counting techniques which are associated with their respective commands in the *Mathematica* software using representative examples. For learning probability is important to know the fundamental principles of combinatorial analysis or counting techniques. Students often are not aware that in the activities of daily living different applications of counting techniques are present: For example, when choosing the transport medium, when we select the clothes, breakfast foods or groceries on any given day, etc. Without being fully aware we use permutations, combinatory concepts, the additive and multiplicative principle, in a greater or smaller scale. These actions occur in labor, industrial and business activity as well as in different public or private services. That is why

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

becomes important to study and understand the counting techniques, aided by software programs in order to apply them in the right way both in the classroom and in any situation that students face in daily life or the labor market.

Términos Generales

Análisis Combinatorio; Probabilidad

Palabras clave

Técnicas de conteo; Análisis Combinatorio; Probabilidad; enseñanza; Mathematica.

Keywords

Counting techniques; combinatorial analysis; probability; teaching; Mathematica.

INTRODUCCIÓN

Es por demás conocido por la comunidad educativa sobre los problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas y en especial la probabilidad, aunado a la repercusión que tiene en la calidad de la educación, así como la problemática social que ocasiona el bajo aprovechamiento engrosando las estadísticas de índices de reprobación y deserción de los estudiantes. El tema propuesto nace del interés de contribuir en la enseñanza de la probabilidad de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero, mediante la elaboración de materiales didácticos que faciliten una mejor comprensión de conceptos y definiciones de las principales técnicas de conteo, así como la correcta aplicación de los axiomas de probabilidad, apoyado con el programa *Mathematica* para la resolución de problemas de probabilidad. Por otro lado, asignar probabilidades, requiere conocimientos matemáticos de álgebra, Axiomas de Probabilidad y Técnicas de Conteo. Un problema que dificulta la aplicación de las reglas del cálculo de probabilidades estriba en que la enumeración de todos los resultados del experimento aleatorio es sumamente complicada. Por lo que es necesario recurrir a las técnicas de enumeración o conteo, ya que en la naturaleza y nuestro entorno encontramos seres u objetos que pueden presentar la característica de ser: *Distinguibles*, esto quiere decir que hay una característica que sobresale en cada uno de los seres u objetos e *Indistinguibles*, cuando es casi imposible diferenciar entre dos o más seres u objetos diferencias entre ellos, por lo tanto, hay grupos de seres u objetos indistinguibles entre ellos.

En específico, abordamos el tema de las técnicas de conteo, por su relevancia en la resolución de problemas de probabilidad y toma de decisiones, que al igual presenta dificultades de significado, comprensión y aplicación por parte de los alumnos (Takeuchi, 1980) (Wackerly, Mendenhall y Scheffer, 1998). Esta situación nos conduce a reflexionar tanto a los profesores como los alumnos para proponer acciones conjuntas que permitan una mejor comprensión de estos temas, así como la aplicación y significación del objeto de estudio (Casella, 2002) (Hogg y Craig, 1995).

METODOLOGÍA

Bajo la teoría del conocimiento constructivista enfocamos nuestro trabajo, siendo esta la estrategia para llevar a cabo este material, eligiendo el método de proyectos ya que permite interactuar en situaciones concretas y significativas, estimulando el saber, el

saber hacer y el saber ser, es decir lo conceptual, lo procedimental y lo referente a las actitudes, donde los alumnos están en un proceso permanente de adquirir conocimientos en todos sus contextos, ya que para el constructivismo lo más importante no es el conocimiento nuevo en sí, si no adquirir nuevas competencias con él, lo que permite a los alumnos generalizar, es decir aplicar lo ya conocido a una situación nueva. En este modelo el rol del docente cambia, es moderador, coordinador, facilitador y mediador o también un participante más, este enfoque supone también un clima afectivo, armónico de mutua confianza, ayudando a que los estudiantes se vinculen positivamente con el conocimiento y por sobre todo con su proceso de adquisición.

Por la naturaleza de este trabajo el constructivismo propone un marco ideal donde el ambiente de aprendizaje debe sostener múltiples perspectivas o interpretaciones de realidad, construcción de conocimiento, actividades basadas en experiencias ricas en contexto (Jonassen, 1991). Esta teoría se centra en la construcción del conocimiento, no en su reproducción. Un componente importante del constructivismo es que la educación se enfoca en tareas auténticas. Estas tareas son las que tienen una relevancia y utilidad en el mundo real, donde la experiencia conduce a la creación de esquemas. Los esquemas son modelos mentales que almacenamos en nuestras mentes. Estos esquemas van cambiando, agrandándose y volviéndose más sofisticados a través de dos procesos complementarios: la asimilación y el alojamiento (Piaget, 1955).

DESARROLLO TÉCNICAS DE CONTEO

La complejidad de los conceptos combinatorios requiere el entendimiento claro de lo que se persigue, para lo cual fue preciso someterlo a discusión con los alumnos, orientados por el maestro. El análisis guiado permitió bosquejar y poner en contexto los diferentes conceptos de conteo a la vez, identificando las expresiones algorítmicas propias. Una vez explicada la parte teórica y conceptual, se procedió a construir las expresiones matemáticas que permitieran enumerar las diferentes formas en que pueden ocurrir cada caso, y en consecuencia asignar probabilidades

Para esta propuesta soportada bajo la Teoría constructivista confiamos en el potencial educativo y pertinente para nuestra propuesta porque busca las condiciones en un ambiente libre de pensamiento y análisis de los conocimientos matemáticos, bajo la idea de que los mismos no se construyen de manera espontánea Panizza, (2003). Por lo que podemos deducir que el conocimiento no es transmitido de una persona a otra, sino que cada quien construye el propio.

En las actividades de la vida diaria están presentes las diferentes aplicaciones de las técnicas de conteo, al elegir el transporte que utilizaremos, cuando elegimos la vestimenta, al escoger los alimentos del desayuno o comida, al organizar las diferentes actividades de un día cualquiera, etc. etc., sin estar plenamente conscientes utilizamos las permutaciones, la combinatoria, el principio aditivo y multiplicativo unos en mayor o menor escala, al igual también las encontramos en la actividad laboral, industrial y empresarial de los diferentes servicios públicos o privados, dentro de los procesos y acciones propias de cada uno. Es por ello que cobra relevancia estudiar y conocer a fondo las Técnicas de conteo, con el objetivo de aplicarlas de una manera correcta en cualquier situación que lo demande.

Se presentan a continuación los conceptos contruidos sobre las principales técnicas de conteo como instrumentos que sirven para determinar sin enumeración directa el número de resultados posibles de un experimento en particular o el número de elementos de un conjunto, con sus respectivas formas en que pueden ocurrir con el apoyo del programa *Mathematica*.

Principio de la adición. Considere la existencia de K Eventos ($E_1, E_2, E_3 \dots E_k$), y cada Evento contiene $n_1, n_2, n_3 \dots n_k$ elementos o alternativas respectivamente, mismos que pueden ser seleccionados. Entonces las diferentes maneras o formas de seleccionar un elemento o alternativa de los eventos, la determina la suma de los n_i de los eventos involucrados, representada por: $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$

Ejemplo 2: con 3 Eventos					
E_1		E_2		E_3	
Transporte Aéreo		Aútoabus		Tren	
$n_1 = 3$	Aereo México	$n_2 = 2$	Flecha Oro	$n_3 = 3$	Camarote
	Volaris		De la Costa		Lujo
	Zopilote Air				Primera
Opciones de viajar de México a Guadalajara					
$n_1 + n_2 + n_3 = 3 + 2 + 3 = 8$					

Principio multiplicativo. Considere la existencia de "k" Eventos ($E_1, E_2, E_3 \dots E_k$), y cada Evento contiene $n_1, n_2, n_3 \dots n_k$ elementos o alternativas respectivamente, mismos que pueden ser seleccionadas. Entonces las diferentes maneras o formas de seleccionar un elemento o alternativa de cada uno de los "k" eventos, la determina la multiplicación de los n_i de los eventos involucrados, representada por: $(n_1) (n_2) (n_3) \dots (n_k)$ Ejemplos

Ejemplo 3: con 4 Eventos							
E_1		E_2		E_3		E_4	
Cursos música		Deportes		Horario		Nivel	
$n_1 = 3$	Clásica	$n_2 = 4$	Basket Ball	$n_3 = 3$	Matutino	$n_4 = 3$	Básico
	Pop		Soccer		Vespertino		Intermedio
	Folklor		Natación		Nocturno		Avanzado
Opciones de seleccionar un curso de música, una actividad deportiva, un horario y un nivel							
$(n_1) (n_2) (n_3) (n_4) = 3 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3 = 108$							

Permutación de n elementos todos distinguibles. $nP = n!$

Ej. Sean los elementos $\{A, B, C, D\}$, $n = 4$

Permutación de n elementos todos distintos. (Interesa el orden)

Sean los elementos $\{A, B, C, D\}$ donde $n=4$ $4!=24$

Comando de *MATHEMATICA*: `Permutations[{A,B,C,D}]`

$\{A,B,C,D\}, \{A,B,D,C\}, \{A,C,B,D\}, \{A,C,D,B\}, \{A,D,B,C\}, \{A,D,C,B\}, \{B,A,C,D\}, \{B,A,D,C\}, \{B,C,A,D\}, \{B,C,D,A\}, \{B,D,A,C\}, \{B,D,C,A\}, \{C,A,B,D\}, \{C,A,D,B\}, \{C,B,A,D\}, \{C,B,D,A\}, \{C,D,A,B\}, \{C,D,B,A\}, \{D,A,B,C\}, \{D,A,C,B\}, \{D,B,A,C\}, \{D,B,C,A\}, \{D,C,A,B\}, \{D,C,B,A\}$

Permutación de r elementos, tomados de los n elementos donde son todos distintos. (interesa el orden) Notación $nPr = \frac{n!}{(n-r)!}$

Ej. Sean los elementos $\{A,B,C\}$ donde $n = 3$, $r = 2$.

$$nPr = \frac{n!}{(n-r)!} = \frac{3!}{(3-2)!} = 6$$

Comando de *MATHEMATICA*: `Permutations[{A,B,C},{2}]`

$\{A,B\}, \{A,C\}, \{B,A\}, \{B,C\}, \{C,A\}, \{C,B\}$

Permutación de n elementos, donde los n elementos están formados por k grupos y en cada grupo todos sus elementos podemos considerarlos idénticos, ya que no se puede notar diferencias entre ellos, y los elementos entre grupos todos son diferentes. Ej. Sean los elementos $\{A,A,B,B,B\}$

$$n P n_1, n_2, \dots, n_k = \frac{5!}{n_1! n_2!} = \frac{5!}{2! * 3!} = 10$$

Comando de *MATHEMATICA*: `Permutations[{A,A,B,B,B}] =`

$\{A,A,B,B,B\}, \{A,B,A,B,B\}, \{A,B,B,A,B\}, \{A,B,B,B,A\}, \{B,A,A,B,B\}, \{B,A,B,A,B\}, \{B,A,B,B,A\}, \{B,B,A,A,B\}, \{B,B,A,B,A\}, \{B,B,B,A,A\}$

Permutación de n elementos, donde los n elementos son todos distintos, y deseamos formar k tipos de celdas, donde la unión de los k grupos debe ser igual a n $n P n_1, n_2, \dots, n_k = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_k!}$

Casos	Eventos (celdas)				
	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
	n_1	n_2	n_3	n_4	n_5
I	1	1	1	1	1
II	2	1	1	1	
III	2	2	1		
IV	3	1	1		
V	3	2			
VI	4	1			
VII	5				

Casos	$\frac{n!}{n_1! n_2! n_3! \dots n_k!}$	Formas
	$\frac{5!}{n_1! n_2! n_3! n_4! n_5!}$	
I	$\frac{5!}{1! 1! 1! 1! 1!}$	120
II	$\frac{5!}{2! 1! 1! 1!}$	60
III	$\frac{5!}{2! 2! 1!}$	30
IV	$\frac{5!}{3! 1! 1!}$	20
V	$\frac{5!}{3! 2!}$	10
VI	$\frac{5!}{4! 1!}$	5
VII	$\frac{5!}{5!}$	1

Ejemplo.

Combinatoria o coeficiente binomial:

Notación: $C_n^r = C_{n,r} = nC_r = \frac{n!}{r!(n-r)!}$

"n" representa el total de elementos todos ellos diferentes. "r" = 0,1,2,...,n, donde "r" representa el número de elementos que se tomarán de "n".

El resultado de esta operación $\frac{n!}{r!(n-r)!}$ nos indica el número de combinaciones de tamaño "r" que pueden formarse, tomados del total de los "n" elementos, sin importar el orden en que suceda.

Ejemplo 1.- Sea $A = \{a,b,c,d\}$ Comandos con *MATHEMATICA*.

`Subsets[{a,b,c,d},{0}] = {o}`

`Subsets[{a,b,c,d},{1}] = {a},{b},{c},{d}`

`Subsets[{a,b,c,d},{2}] = {{a,b},{a,c},{a,d},{b,c},{b,d},{c,d}}`

`Subsets[{a,b,c,d},{3}] = {{a,b,c},{a,b,d},{a,c,d},{b,c,d}}`

`Subsets[{a,b,c,d},{4}] = {{a,b,c,d}}`

Estructura caso IV k = 3			
	Evento 1	Evento 2	Evento 3
	$n_1 = 3$	$n_2 = 1$	$n_3 = 1$
1	{1, 2, 3}	{4}	{5}
2	{1, 2, 4}	{3}	{5}
3	{1, 2, 5}	{3}	{4}
4	{1, 3, 4}	{2}	{5}
5	{1, 3, 5}	{2}	{4}
6	{1, 4, 5}	{2}	{3}
7	{2, 3, 4}	{1}	{5}
8	{2, 3, 5}	{1}	{4}
9	{2, 4, 5}	{1}	{3}
10	{3, 4, 5}	{1}	{2}
11	{1, 2, 3}	{5}	{4}
12	{1, 2, 4}	{5}	{3}
13	{1, 2, 5}	{4}	{3}
14	{1, 3, 4}	{5}	{2}
15	{1, 3, 5}	{4}	{2}
16	{1, 4, 5}	{3}	{2}
17	{2, 3, 4}	{5}	{1}
18	{2, 3, 5}	{4}	{1}
19	{2, 4, 5}	{3}	{1}
20	{3, 4, 5}	{2}	{1}

Muestreo con repetición: Notación : n^k Donde n representa el total de elementos todos ellos diferentes

k representa el tamaño de la muestra donde los elementos que forman la muestra pueden repetirse y además permutarse, donde $k = 1, 2, \dots, n$ Ejemplo: $4^1 = 4$

Comando de *MATHEMATICA* Tuples

Tuples[{1,2,3,4},1] = {{1},{2},{3},{4}}

Tuples[{1,2,3,4},2] =

{{1,1},{1,2},{1,3},{1,4},{2,1},{2,2},{2,3},{2,4},{3,1},{3,2},{3,3},{3,4},{4,1},{4,2},{4,3},{4,4}}

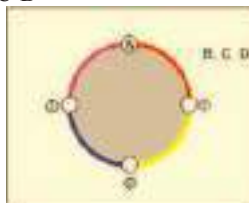
Caso todos iguales. {k,k,k} los tres iguales

{1,1,1},{2,2,2},{3,3,3},{4,4,4}

Arreglo circular. Notación: $(n - 1)!$ Mantenemos fijo A. $n=4$

$(n-1)! = 3! = 6$

Ej. 1.- A-B-C-D 2.- A-B-D-C 3.- A-C-B-D 4.- A-C-D-B 5.- A-D-B-C 6.- A-D-C-B



Ejemplo de cálculo de Probabilidad mediante T.C.: Obtenga la probabilidad de cada mano de poker, de acuerdo la clasificación. Identificar si hay probabilidades en el texto y una codificación adecuada

Ci	Figura	Descripción	Ci	Figura	Descripción
C1		Escaleras	C6		Escalera
C2		Escalera de color	C7		Trío
C3		Póker	C8		Doble par
C4		Full	C9		Lluvia
C5		Cinco	C10		Seis par

¿De cuantas formas puede suceder cada evento? auxiliarse de tablas, diagramas, dibujos, colores y las técnicas de conteo, así se facilitará asignar probabilidades a cada evento.

Ci	Permutación Importa el orden de la secuencia	Combinatoria No importa el orden de la secuencia
C1	$\binom{5}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 100$	$\binom{5}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 1$
C2	$\binom{5}{2} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 4500$	$\binom{5}{2} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 10$
C3	$\binom{13}{1} \binom{4}{4} \binom{1}{1} = 74280$	$\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{4}{1} \binom{4}{1} = 624$
C4	$(13 P_1) (4 P_1) (4 P_1) (4 P_1) = 468280$	$\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{3}{1} \binom{2}{1} \binom{1}{1} = 2796$
C5	$\binom{4}{2} (4 P_2) = (40) (2) = 80200$	$\binom{4}{2} \binom{3}{1} \binom{1}{1} = 6100$
C6	$10 \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 1224000$	$10 \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 30200$
C7	$\binom{13}{1} (4 P_1) (4 P_1) \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 605940$	$\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{3}{1} \binom{2}{1} \binom{1}{1} = 21312$
C8	$\binom{13}{2} (4 P_2) \binom{4}{1} \binom{1}{1} = 3482600$	$\binom{13}{2} \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} = 123100$
C9	$\binom{13}{1} (4 P_2) (4 P_2) \binom{4}{1} \binom{1}{1} = 33179800$	$\binom{13}{1} \binom{4}{2} \binom{2}{1} \binom{1}{1} = 1098240$
C10	$\left(\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{1}{1} - (4 + 36 + 30200 + 3102) \right) \cdot 5 = 116304000$	$\left(\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{1}{1} - (4 + 36 + 30200 + 3102) \right) \cdot 5 = 1163040$

Cálculo de probabilidades: dos casos: Permutación y Combinatoria

Ci	Permutación	Combinatoria	P (Ci)
C1	$\frac{(13 P_1) (4 P_1) (4 P_1) (4 P_1)}{13! \cdot 4! \cdot 4! \cdot 4!}$	$\frac{\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{4}{1} \binom{4}{1}}{13! \cdot 4! \cdot 4! \cdot 4!}$	$\frac{1}{216}$
C2	$\frac{\binom{5}{2} (4 P_2) - (40) (2)}{13! \cdot 5!}$	$\frac{\binom{5}{2} \binom{1}{1} - (4) (2)}{13! \cdot 5!}$	$\frac{1271}{445740}$
C3	$\frac{10 \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} \cdot 5}{13! \cdot 13!}$	$\frac{10 \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} \cdot 5}{13! \cdot 13!}$	$\frac{5}{1274}$
C4	$\frac{\binom{13}{1} (4 P_1) (4 P_1) \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1}}{13! \cdot 5!}$	$\frac{\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{3}{1} \binom{2}{1} \binom{1}{1}}{13! \cdot 5!}$	$\frac{20}{4165}$
C5	$\frac{\binom{13}{2} (4 P_2) \binom{4}{1} \binom{1}{1} + P_{4,2,1}}{13! \cdot 5!}$	$\frac{\binom{13}{2} \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1}}{13! \cdot 5!}$	$\frac{128}{4165}$
C6	$\frac{10 \binom{4}{1} (4 P_1) \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1}}{13! \cdot 5!}$	$\frac{10 \binom{4}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1} \binom{1}{1}}{13! \cdot 5!}$	$\frac{302}{213}$
C7	$\frac{\left(\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{1}{1} - (4 + 36 + 30200 + 3102) \right) \cdot 5}{13! \cdot 5!}$	$\frac{\left(\binom{13}{1} \binom{4}{1} \binom{1}{1} - (4 + 36 + 30200 + 3102) \right) \cdot 5}{13! \cdot 5!}$	$\frac{1271}{2943}$

Interpretación y comprobación del resultado, con lógica y sentido común apegados a los axiomas de probabilidad Para comprobar basta sumar todas las probabilidades con resultado igual a uno.

Ci	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Σ
P (Ci)	1	2	1	6	1271	5	20	128	352	1271	1
	645741	216511	4165	4165	645740	1274	4165	4165	633	2540	1

Ejemplo 2

Un agente de bienes raíces tiene 8 llaves maestras para abrir varias casas nuevas solo una de ellas abre una casa determinada, si 40 % de ellas generalmente se dejan sin cerrar ¿cuál es la probabilidad de que el agente de bienes raíces pueda entrar a una casa específica si este selecciona 3 llaves maestras aleatoriamente? Identificar si hay probabilidades en el texto y una codificación adecuada

Descripción	Codifica
Llave Correcta	1
Llave que no abre	0
Toma 3 llaves que no abren la casa	A
Toma la llave que abre y otras dos llaves	B
Casa abierta	C
Casa cerrada	D
El agente de B. R. llega a una casa que está abierta por lo tanto podrá entrar independientemente de las llaves que escogió.	E
El agente de B. R. llega a una casa que está cerrada y lleva la llave que abre.	F
El agente de B. R. llega a una casa que está cerrada y no lleva la llave que abre.	G

¿Qué puede suceder? ayuda a definir los eventos.

El agente de B. R. llega a una casa que está abierta por lo tanto podrá entrar independientemente de las llaves que escogió

El agente de B. R. llega a una casa que está cerrada y lleva la llave que abre.

El agente de B.R. llega a una casa que está cerrada y no lleva la llave que abre

¿De cuantas formas puede suceder cada evento? auxiliarse de tablas, diagramas, dibujos, colores y las técnicas de conteo, así se facilitará asignar probabilidades a cada evento.

El evento A consiste en escoger 3 llaves de siete

$$\binom{7}{3} = \frac{7!}{3!(7-3)!} = 35$$

Evento B consiste en escoger la llave correcta y dos llaves más

$$\binom{1}{1} \binom{7}{2} = \frac{1!}{1!(1-1)!} \cdot \frac{7!}{2!(7-2)!} = 21$$

Caso C solo hay un caso

$$\binom{1}{1} = 1$$

Caso D solo hay un caso

$$\binom{1}{1} = 1$$

Asignar probabilidades a cada evento, requiere tener claro conceptos y aplicación de los fundamentos de la probabilidad

$$P(A) = \frac{\binom{3}{3}}{\binom{8}{3}} = \frac{\text{Binomial}[7,3]}{\text{Binomial}[8,3]} = \frac{35}{56} = \frac{5}{8}$$

$$P(B) = \frac{\binom{1}{1} \binom{7}{2}}{\binom{8}{3}} = \frac{\text{Binomial}[1,1] \text{Binomial}[7,2]}{\text{Binomial}[8,3]} = \frac{21}{56} = \frac{3}{8}$$

P (C)	P (D)
$\frac{1}{56}$	$\frac{1}{56}$

Solución.

Descripción	Evento
El agente de B. R. llega a una casa que está abierta por lo tanto podrá entrar independientemente de las llaves que escogió.	E
El agente de B. R. llega a una casa que está cerrada y lleva la llave que abre.	F
El agente de B.R. llega a una casa que está cerrada y no lleva la llave que abre.	G

$$P(\text{Entrar}) = P(E)+P(F) = \{P(C)P(A)\} + \{P(C)P(B)\} + \{P(B)P(D)\} = \left(\frac{2}{5} \cdot \frac{5}{8} + \frac{2}{5} \cdot \frac{3}{8}\right) + \left\{\frac{3}{5} \cdot \frac{3}{8}\right\} = \frac{2}{5} + \frac{9}{40} = \frac{5}{8}$$

Ejemplo 3. Un jugador de bridge sabe que sus dos oponentes tienen exactamente cinco corazones entre los dos. Cada oponente tiene trece cartas. ¿Cuál es la probabilidad de que existe una división de tres-dos en los corazones (es decir, un jugador tiene tres corazones y el otro dos)? Codificación de jugadores y eventos:

Jugadores	Eventos S _i
A	S ₁ = Repartir 13 cartas de 52
B	S ₂ = Repartir 13 cartas de 39
C	S ₃ = Repartir 13 cartas de 26
D	S ₄ = Repartir 13 cartas de 13

¿Qué puede suceder? ayuda a definir los eventos.

Se reparten 13 cartas a cada jugador: Los jugadores A y B se mantienen fijos, el jugador C sabe que A y B tienen 5 corazones y D las 13 cartas que sobran.

Casos	Evento A	Evento B	Evento C	Evento D
C ₁	3-10	2-11	6-5	0-13
C ₂	3-10	2-11	7-6	1-12
C ₃	3-10	2-11	6-7	2-11
C ₄	3-10	2-11	5-8	3-10
C ₅	3-10	2-11	4-9	4-9

¿De cuantas formas puede suceder cada evento? auxiliarse de tablas, diagramas, dibujos, colores y las técnicas de conteo, así se facilitará asignar probabilidades a cada evento.

Caso	selecciona de 5 cartas	13 cartas para A	13 cartas para B	13 cartas para C	13 cartas para D	permutaciones de los jugadores A y B, C y D respectivamente
C ₁	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄	3-10	2-11	6-5	0-13	A ₁ A ₂ * 2! 2! * 4
C ₂	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄	3-10	2-11	7-6	1-12	A ₁ A ₂ * 2! 2! * 4
C ₃	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄	3-10	2-11	6-7	2-11	A ₁ A ₂ * 2! 2! * 4
C ₄	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄	3-10	2-11	5-8	3-10	A ₁ A ₂ * 2! 2! * 4
C ₅	A ₁ A ₂ A ₃ A ₄	3-10	2-11	4-9	4-9	A ₁ = 2!

$$S_1 = \text{Repartir 13 de 52} = \frac{\binom{52}{13}}{13!(52-13)!} = \frac{52!}{13!39!} = 635013559600$$

$$S_2 = \text{Repartir 13 de 39} = \frac{\binom{39}{13}}{13!(39-13)!} = \frac{39!}{13!26!} = 8122425444$$

$$S_3 = \text{Repartir 13 de 26} = \frac{\binom{26}{13}}{13!(26-13)!} = \frac{26!}{13!13!} = 10400600$$

$$S_4 = \text{Repartir 13 de 13} = \frac{\binom{13}{13}}{13!(13-13)!} = \frac{13!}{13!0!} = 1$$

Asignar probabilidades a cada evento, requiere tener claro conceptos y aplicación de los fundamentos de la probabilidad. Para el caso C1 hay cuatro ordenamientos. PnPn=2!*2!=4

3010	2011	0013	0013
A	B	C	D

3010	3011	0013	0013
A	B	C	D

3011	3010	0013	0013
A	B	C	D

3011	3010	0013	0013
A	B	C	D

$$P(A) = \frac{\binom{13}{3} \binom{13}{10}}{\binom{13}{12} \binom{13}{12}} = \frac{3! \cdot 10! \cdot 10! \cdot 3!}{13! \cdot 13!} = \frac{1328958173}{8469227330}$$

$$P(B) = \frac{\binom{10}{2} \binom{29}{11}}{\binom{39}{13}} = \frac{2! \cdot 10! \cdot 29! \cdot 29!}{13! \cdot 13! \cdot 39!} = \frac{7473}{30998}$$

$$P(C) = \frac{\binom{8}{2} \binom{38}{3}}{\binom{26}{13}} = \frac{8! \cdot 8! \cdot 3! \cdot 18!}{13! \cdot 13! \cdot 26!} = \frac{9}{10923}$$

$$P(D) = \frac{\binom{0}{0} \binom{13}{13}}{\binom{13}{13}} = \frac{0! \cdot 13!}{13!} = 1$$

$$P(C_1) = P(A)P(B)P(C)P(D) = \frac{\binom{13}{3} \binom{13}{10} \binom{10}{2} \binom{29}{11} \binom{8}{2} \binom{38}{3} \binom{13}{13}}{\binom{13}{12} \binom{13}{12} \binom{39}{13} \binom{39}{13} \binom{26}{13} \binom{13}{13}} = \frac{1328958173 \cdot 7473 \cdot 9}{8469227330 \cdot 30998 \cdot 10923} = \frac{1327588}{30689347475}$$

En forma similar se obtienen para los cinco casos.:

Caso	Cálculo de probabilidades con contenidos de Matemáticas	P(C _i)
C ₁	Binomial(13,3) Binomial(13,10) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	7271588
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
	Binomial(13,3) Binomial(13,10) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
C ₂	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	104611715
	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	
C ₃	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	760719204
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
C ₄	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	1038292714
	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	
C ₅	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	114944879
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
	Binomial(13,10) Binomial(13,3) Binomial(10,2) Binomial(29,11)	
	Binomial(10,2) Binomial(29,11) Binomial(13,10) Binomial(13,3)	
	X	25332708
		281798429
		= 8.189768

CONCLUSIONES

El análisis y búsqueda de soluciones, ejercitándose con este tipo de problemas permitirá desarrollar habilidades y seguridad tanto para el que enseña como para el que aprende, logrando identificar ¿qué puede suceder? e identificar que se pretende es el camino para llegar a:

Calcular o asignar probabilidades, valor esperado, varianza, etc. Adecuadamente, comparar probabilidades y tomar decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

REFERENCIAS

- [1] Freund, J. y Alpole, R. (1990). *Estadística matemática con aplicaciones*. Ed. Prentice-Hall, México
- [2] Hogg, R. V. y Craig, A. T. (1970). *Introduction to mathematical statistics*. London: The Macmillan Company.
- [3] Jonassen, D.H. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational Technology*
- [4] Mendenhall, W., Beaver, R.J., Beaver, B.M. (2013). *Introduction to Probability and Statistics*. Boston, USA: Cengage Learning.
- [5] Mood, A.M., Graybill, F.A. y Boes, D.C. (1974): *Introduction to the Theory of Statistics*. USA: McGraw Hill.
- [6] Panizza, M. (2003). *Conceptos básicos de la teoría de situaciones didácticas*. Buenos Aires: Paidós
- [7] Piaget, J. (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente*. Barcelona: Paidós (original publicado en 1955).
- [8] Sadovsky, P. (2005). *La teoría de situaciones didácticas: Un marco para pensar y actuar La enseñanza de las matemáticas. Reflexiones teóricas para la Educación Matemática*. Buenos Aires: El Zorzal.
- [9] Takeuchi, Yu. (1980). *Sucesiones y series*. Tomo 1 y 2. México: Limusa
- [10] Wackerly, DD. Mendenhall, W, Scheaffer, R.L. (2008) *Mathematical Statistics with Applications*. Boston, USA: Cengage Learning



MICROMUNDO EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE LA BATALLA DE BOYACÁ

Fabian Alejandro López
Suarez

+57 313 8663042

falopezs@correo.udistrital.edu.co
fabilop_2392@hotmail.com

Nathaly Jaimes Iguavita

+57 312 5562511

njamesi@correo.udistrital.edu.co

Juan Carlos Guevara

Bolaños

+57 300 8788642

jcguevarab@udistrital.edu.co

RESUMEN

En este documento se describe el desarrollo de un micromundo educativo cuyo objetivo fue dar a conocer a los estudiantes de grado 5 de primaria, los aspectos más importantes de una de las batallas decisivas para la independencia de Colombia, como lo fue la Batalla de Boyacá. Todo esto se desarrolló en un software para computador en el cual se plasmó la información encontrada en la biblioteca Luis Ángel Arango, la cual alberga la mayor cantidad de escritos y libros fidedignos sobre este tema. Se realizó una prueba conformada por dos partes (pre-test y post-test), en el que un grupo de niños contestaban las preguntas antes de haber interactuado con el micromundo y después de haberlo hecho y encontramos una mejora notoria con los conocimientos que ellos tenían acerca de esta batalla.

ABSTRACT

This document presents the development of an educational microworld whose target was to announce to the grade students 5 of primary, the most important aspects of one of the decisive battles for the independence of Colombia, as it was the Battle of

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Boyacá. All this developed in a microworld in which Luis Ángel Arango captured the information found in the library, which lodges the biggest quantity of writings and trustworthy books on this topic. A test shaped on two parts was realized (pre-test and post - test), in that a group of children was answering the questions before having interacted with the microworld and after having done and we found a significant improvement with the knowledge that they had about this battle.

Categorías y Descriptores Temáticos

Aplicación de desarrollo de videojuegos, mundos virtuales y micromundos.

Términos Generales

Aprendizaje virtual

Palabras clave

Micromundo, Inmersión. Aprendizaje, experiencia, aceptación, investigación, historia.

Keywords

Microworld, Immersion. Learning, experience, acceptance, research, history.

INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías de la información, nos entregan la responsabilidad de usarlas con el mejor provecho para concretar objetivos contundentemente. Es por eso que se diseñó un micromundo basado en la batalla de Boyacá.

Un micromundo reúne la esencialidad de aprendizaje que aporta un videojuego [1] y la une con la experiencia sensitiva de un

simulador, es por eso que nos enfocaremos en desarrollar un ambiente educativo como este para acercar las TICs a los niños con un tema tan importante para el desarrollo de la historia de nuestro país, como lo es la batalla de Boyacá y que no es muy estudiada en los colegios [2].

Para comenzar este proyecto, realizamos una búsqueda de micromundos en los principales portales bibliográficos virtuales que nos ofrece la Universidad Distrital para conformar un marco teórico sólido, el cual nos provea de los componentes más destacados y así culminar con éxito tal micromundo.

Así pues, en los portales bibliográficos consultados encontramos que cada micromundo poseía componentes, algunos de ellos únicos, lo cual mostraba una diferencia entre un proyecto y otro. Por lo cual, decidimos tomar los componentes comunes de estos micromundos y redimirlos en nuestro desarrollo.

Esta decisión obedece a que los micromundos educativos encontrados poseían estas características, por lo cual nos íbamos a embarcar en la misma línea de desarrollo de lo ya creado e investigado por otros.

Por esta razón, adaptando los avances tecnológicos que pueden ayudar en el proceso de aprendizaje de los niños de grado quinto de primaria, un micromundo parece una óptima opción para abordar el tema de su enseñanza.

Un tema principal en la historia de Colombia es sobre la batalla de Boyacá, un acontecimiento significativo para la independencia del país en el que luego desencadenaría una seguidilla de procesos similares en el resto de América latina.

Este suceso nos inspiró en la creación de un micromundo en el que se busca la incorporación y recogimiento de los aspectos relevantes de esta batalla, para mejorar el interés de los estudiantes acerca de la historia patria.

Con la ayuda del software que se desarrolló, el estudiante podrá interactuar y entender cómo sucedió esta batalla, cuáles fueron los factores por la que se originó, entre otros temas relevantes.

OBJETIVOS

Dar a conocer un micromundo que facilita el aprendizaje acerca de la batalla de Boyacá.

Explicar las ventajas que trae tener conocimiento acerca de la historia patria.

Mostrar un micromundo con los datos más relevantes de la batalla de Boyacá.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El aprendizaje educativo a través de videojuegos, mundos virtuales o micromundos es un tema que ha sido abordado por múltiples universidades en el mundo, muchos estudios publicados acerca de este tema como lo es el de la Universidad Nacional de Colombia llamado Método para la creación de micromundos inmersivos(MCMI)[3] el cual tiene como objetivo aportar un método que aprovecha las fortalezas de los Micromundos y los Videojuegos para el desarrollo de un micromundo inmersivo para el aprendizaje. Este método permitió planificar un proceso estructurado de desarrollo de estos micromundos, obteniendo así un software que posee prácticas propias y didácticas para el

enseñanza. Este proyecto fue una gran influencia para realizar el micromundo de la batalla de Boyacá.

Se debe indicar también que el MCMI en este proyecto es usado junto con la metodología de desarrollo RUP para lograr la creación del micromundo propuesto, basándose en los ciclos de vida adaptados con las fases del MCMI. Estas fases adicionales se identifican como las fases de Concepción, planeación, iteración, entrega alfa, entrega beta y el cierre.

En la fase de planeación, se realizó el diseño del micro mundo Inmersivo y el diseño educativo. Es necesario resaltar, que hubo un proceso de depuración conceptual en ambos diseños, según, la caracterización de la población objetivo y los principios pedagógicos aplicables en ellos.

El diseño del micromundo Inmersivo, se enfocó en desarrollar el pensamiento analítico en niños de educación básica primaria. Para ello, se provee un entorno tridimensional en el que en primera persona interactuará con escenarios creados simulando el terreno de Boyacá en esa época, el cual tendrá que recorrer e ir encontrándose con los personajes más distintivos de la batalla de Boyacá.



Figura 1. Diseño de personajes.

El diseño educativo, se enfocó en presentar la información más relevante de la batalla de Boyacá, de forma adecuada y amigable, para que así, los niños interioricen el conocimiento impartido a través del micromundo Inmersivo.

Una vez finalizados los diseños mencionados anteriormente, se dio paso a realizar y priorizar las historias de usuario, instauradas bajo el diseño del micromundo Inmersivo y el diseño educativo (ver figura 2).



Figura 2. Menú principal Micromundo Batalla de Boyacá.

Luego en las fases de entregas alfa y beta se corrigieron los errores encontrados en su funcionamiento y ajustes de diálogos y mensajes que aparecen en el Micromundo, para así poder llegar a la fase del cierre y poner en práctica este software en su campo de acción.

Con el escenario metodológico descrito anteriormente se comenzó el proceso de cierre realizando un test a un grupo de estudiantes de primaria en el que se pretendía analizar que tanto conocimiento ellos tienen acerca de esta batalla. Las preguntas encontradas en el test hacen referencia a tres tópicos, preguntas generales sobre este tema, preguntas de contexto de la batalla y preguntas específicas que hacen referencia a este encuentro. Este test arrojó la siguiente gráfica.

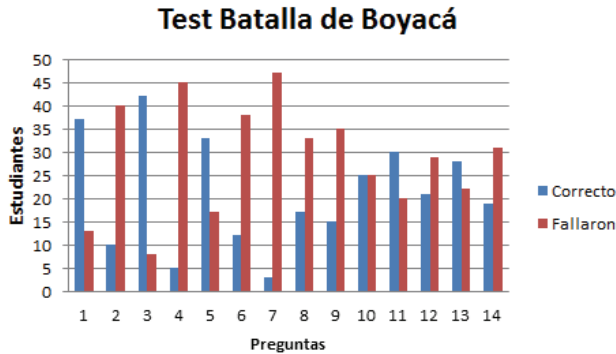


Figura 3. Test inicial Batalla de Boyacá.

En la figura anterior se pueden ver los resultados por preguntas que tuvieron los estudiantes en un test con preguntas conformadas por un profesor experto en historia de Colombia y los integrantes de este proyecto. Para ver totalizada el número de respuestas correctas y fallidas se realizó el siguiente gráfico.

Estos resultados pueden obedecer a la falta de una asignatura de Historia que sea parte del sumario de las escuelas del país [4]. Igualmente esto denota una falta de interés por parte de los estudiantes de buscar información empíricamente sobre la batalla de Boyacá y así formar conocimiento y patriotismo por esta fiesta nacional, tal y como sucede en México [5].



Figura 4. Totalidad del test inicial de la Batalla de Boyacá.

Así pues, en gráfico de la figura tres se observa que el número de respuestas incorrectas fue de 407 y las correctas 293, dando a entender que el conocimiento acerca de esta batalla por parte de los estudiantes evaluados es muy básico lo cual ofrece un campo amplio de acción para implementar el micromundo y comprobar si este muestra una mejora en el aprendizaje acerca de este tema histórico.

RESULTADOS

La implementación de un Micromundo educativo de la batalla de Boyacá en la educación primaria muestra que facilita el aprendizaje de los niños sobre este tema, ya que para las generaciones actuales los videojuegos y dispositivos móviles tienen una adaptabilidad intuitiva, lo que favorece que proyectos como el micromundo tenga una aceptación rápida y sea de fácil acceso para poder implementar temas educativos que sigan favoreciendo el crecimiento del aprendizaje de los estudiantes en las diversas ramas del sistema educativo del país.



Figura 5. Micromundo de la batalla de Boyacá.

Con los resultados obtenidos en el Micromundo de la batalla de Boyacá se pudo determinar que los estudiantes luego de haber interactuado con él, mostraron una mejora en los conocimientos que tenían sobre esa batalla.

Esta mejora se puede observar en la siguiente grafica de resultados de la evaluación realizada a los estudiantes que interactuaron con el micromundo



Figura 4. Test inicial Batalla de Boyacá.

Como se puede observar en la figura 4, los resultados en el test por pregunta de los 50 estudiantes se evidencia una asertividad en los temas evaluados (preguntas generales, de contexto y específicas de la batalla de Boyacá), siendo 11 el número de fallos más alto en una pregunta y en un caso los 50 respondieron en su totalidad de manera correcta.



Figura 6. Totalidad del test final de la Batalla de Boyacá.

Más sin embargo, en la sumatoria de las respuestas correctas e incorrectas vemos con mayor evidencia la notoria evolución entre haber interactuado y no con el micromundo educativo. En promedio el 85.7 % de los estudiantes contesto correctamente contra el 41.84 que lo había hecho en la prueba inicial.

Finalmente, con el aumento del 43.86 % de estudiantes que mejoraron sus conocimientos de la batalla de Boyacá nos indica que la implementación de estos procesos didácticos como los videojuegos y micromundos de aprendizaje en la educación supone una mejora en la enseñanza de diversos temas que se le puede aportar a los niños desde estas plataformas tecnológicas.

CONCLUSIONES

El Micromundo planteado anteriormente efectivamente busca aumentar el conocimiento que se tiene acerca de la batalla de Boyacá, más sin embargo es bueno plantear a partir de este proyecto otros micromundos que se enfoquen en otros temas que también sean de importancia para la educación en la primaria

Este proyecto se puede emplear en pequeñas escuelas y luego de que se analice como podría funcionar el micromundo con enfoques de trabajo y participación en grupos grandes de estudiantes se espera agrandar el beneficio ofrecido a la sociedad para mejorar el conocimiento de este tema en grandes colegios del país.

Al haber interactuado con el micromundo de la batalla de Boyacá se puede evidenciar que los estudiantes obtuvieron la información necesaria para entender este hecho histórico.

Acercar tecnologías de desarrollo en 3D las cuales son llamativas para niños entre los 9 y 11 años facilita el entendimiento de acontecimientos como la batalla de Boyacá, ya que estos pueden a través de sus ojos determinar una semejanza a lo ocurrido. Con lo cual difiere a los libros ya que para desarrollar un escenario imaginativo en el niño se le tiene que dotar de varias características a la información para que este la pueda entender.

La metodología RUP y MCMI (Method for Creating immersive Microworld) con la cual se desarrolló este proyecto, a través de sus fases nos dio las herramientas y pasos necesarios para finalizar de manera clara y concisa este micromundo con los objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTOS

Debemos agradecer de manera sincera y enfática al Profesor Juan Carlos Guevara por aceptarnos para realizar esta tesis bajo su dirección. Su apoyo y confianza en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas han sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de este proyecto, sino también en nuestra formación como investigadores. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos.

Además de un reconocimiento especial al profesor German Ordoñez quien nos ofreció todo su conocimiento y ayuda posible sobre la historia de la Batalla del puente de Boyacá.

REFERENCIAS

- [1] Sabino M. Beatriz, 2012. Aplicación de software educativo lúdico y micromundos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje <http://www.reci.org.mx/index.php/reci/article/view/10/46>
- [2] La crisis de la historia <http://www.semana.com/nacion/articulo/la-crisis-historia/255378-3>
- [3] Valencia O. Rubier, 2010. Método para la creación de micromundos inmersivos. <http://www.bdigital.unal.edu.co/28837/1/26724-93650-1-PB.pdf>
- [4] Las clases de historia no hacen parte como asignatura en Colombia <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13042383>
- [5] López Alvaro, 2010, El Patriotismo Mexicano <http://elcerebrohabla.com/2010/09/04/el-patriotismo-mexicano/>

Simulador de isotermas de adsorción de Langmuir, Freundlich y Tempkin del colorante textil básico en diferentes bioadsorbentes

María del Rayo G. Guevara
Villa
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
rayo.guevara@metropoli.edu.mx

Jorge Juárez
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
jorge.jaime@metropoli.edu.mx

José Luis Hugo Díaz Biffano
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
hugo.diaz@metropoli.edu.mx

Leonardo Ismael Valle Jiménez
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
leoveracruz@hotmail.com

Kiichi Alatraste Trejo
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
Ing.kiichi@gmail.com

RESUMEN

Se diseñó un simulador de isotermas de adsorción que permite que el investigador en el área de biotecnología que desarrolla bioadsorbentes nuevos y que desconoce la forma de distribución del adsorbato retenido sobre el bioadsorbente utilizado pueda identificar el tipo de interacción que se está llevando a cabo en los productos que está generando al identificar si sus datos experimentales pueden comportarse como alguna de las isotermas de Freundlich, Langmuir o Tempkin lo que permitirá clasificar el nuevo bioadsorbente obtenido.

Palabras Clave

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Simulador, Langmuir, Freundlich, Tempkin, isoterma.

ABSTRACT

We design an adsorption isotherm simulator for guide to biotechnology researcher in new bioadsorbents can identify the interaction type between adsorbent and adsorbate. The researcher can plot his data and comparative with different isotherms theoretical.

Keywords

Simulator, Langmuir, Freundlich, Tempkin, isotherm.

INTRODUCCION

El desarrollo de nuevos adsorbentes basados en residuos sólidos como las cáscaras de naranja, de plátano, de tomate o desechos como la cáscara de huevo o el hueso de pollo puede generar un mundo sostenible. Por un lado se están utilizando desperdicios para generar adsorbentes que por otro lado pueden utilizarse para retener los contaminantes existentes en los ríos como son los desechos de los colorantes utilizados en la industria textil y que son vertidos en los ríos [1,2].

Actualmente la investigación dirigida a ciencias naturales y exactas que se han ido relacionando para complementar trabajos de investigación llegando a ser proyectos con carácter

interdisciplinario destacando la resolución de problemas que son retos relacionados con nuestro entorno cotidiano como el energético, comunicaciones, salud, alimentos entre otros.

La simulación computacional ha sido una herramienta para el área de Físicoquímica en especial en temas de adsorción para explicar aquellas interacciones moleculares que a simple vista es imposible y que puede ser interpretado por la animación computacional [3]. Sin embargo, hay otras aplicaciones en donde la simulación es utilizada para representaciones gráficas del proceso de remoción de contaminantes en aguas residuales y monitorear el avance de remoción al utilizar modelos matemáticos como el de Langmuir, Freundlich o Tempkin.

Aquí presentamos un simulador que permite que el investigador pueda colocar los datos experimentales obtenidos y poder presentarle en forma gráfica los resultados teóricos esperados empleando los modelos de las isothermas de Langmuir, Freundlich y Tempkin.

Teoría de isothermas

Todas las isothermas de adsorción permiten calcular los valores teóricos que relacionan la C_e (mM) con la q_e (mg/g). La C_e es la concentración de equilibrio que se grafica en función de la q_e que representa la cantidad de soluto adsorbido en el equilibrio [4].

Isoterma de Langmuir

La isoterma de Langmuir tiene la siguiente forma:

$$q_e = \frac{K_L C_e}{1 + a_L C_e}$$

Donde las variables K_L y a_L son las constantes de Langmuir y K_L representa la adsorción máxima que alcanza el adsorbente y a_L es la constante que se encuentra relacionada con la energía de enlace que existe entre el adsorbato y el adsorbente utilizado, su representación lineal es:

$$\frac{1}{q_e} = \frac{a_L}{K_L} + \frac{1}{K_L} \frac{1}{C_e}$$

Donde a_L/K_L representa al intercepto y $1/K_L$ corresponde a la pendiente de la función lineal [4,5]

Isoterma de Freundlich

La fórmula que corresponde a la ecuación de Freundlich es:

$$q_e = K_F C_e^{br}$$

esta isoterma contiene las variable K_F y br , la br es adimensional y representa valores menores de la unidad y está relacionada con la intensidad de adsorción. Los adsorbentes que se comportan como la ecuación de Freundlich implican que la adsorción ocurre en multicapas en lugar de una sola capa [6].

La ecuación lineal de ésta isoterma queda como sigue:

$$\ln(q_e) = \ln(K_F) + br \ln(C_e)$$

$\ln(K_F)$ es la ordenada al origen de la ecuación lineal de Freundlich y br es la pendiente [4].

Isoterma de Tempkin

La ecuación que representa la isoterma de Tempkin es:

$$q_e = B_T \ln(A_T C_e)$$

las constantes de Tempkin son B_T y A_T y su correspondiente lineal es

$$q_e = B_T \ln(A_T) + B_T \ln(C_e)$$

donde identificamos la pendiente con B_T y el intercepto de la ordenada con $B_T \ln(A_T)$ [4].



Figura 1. Interfaz inicial que permite al usuario introducir los datos obtenidos experimentalmente en el laboratorio.



Figura 2. Interfaz que muestra los menús que permiten calcular las isothermas de Henry, Langmuir, Freundlich y Tempkin.

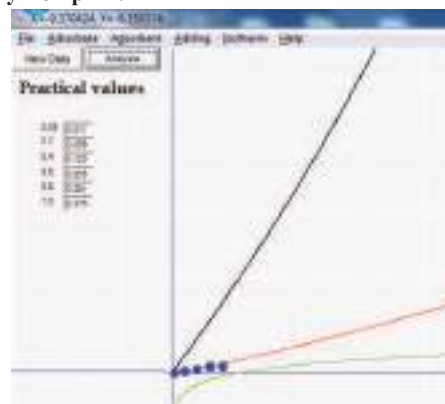


Figura 3. Interfaz que muestra las curvas teóricas de Langmuir (negro), Freundlich (rojo), Tempkin (verde) y los puntos analizados (azul)

Todas las isothermas requieren que primero se realicen experimentos en el laboratorio para identificar valores experimentales que puedan ser tratados mediante fórmulas estadísticas para calcular la pendiente como se muestra en la siguiente ecuación

$$b_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

y el intercepto como

$$b_0 = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i)(\sum xy_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

Una vez teniendo éstos datos, la isoterma se tiene que transformar en una ecuación lineal y con ella calcular sus respectivas constantes (que vienen siendo la correspondencia entre la pendiente y la ordenada al origen de sus respectivas transformaciones lineales) que permitirán poder construir los valores teóricos esperados.

Simulador de isothermas

La figura 1 muestra la interfaz inicial del simulador que se encarga de recabar los resultados obtenidos en el experimento para poder iniciar con el cálculo de las constantes de las isothermas de Langmuir, Freundlich y Tempkin para poder realizar el cálculo de los valores teóricos esperados.

Contiene un menú para obtener datos previamente analizados (Figura 1), guarda en un archivo los nuevos datos estudiados experimentales, elige el adsorbato o adsorbente que se está analizando permitiendo agregar los nuevos adsorbentes estudiados y genera las curvas de las isothermas teóricas de Henry, Langmuir, Freundlich y Tempkin con los valores experimentales calculados en el laboratorio (Figuras 2 y 3).

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Los materiales adsorbentes fueron obtenidos de los desechos orgánicos provenientes de los residuos del maíz como la cáscara del tamal designado como CASCAMO en su forma natural. Las cáscaras de tamal fueron cortadas a la mitad y trituradas en porciones en una licuadora industrial, se lavaron con agua y se decantó, posteriormente las partículas fueron secadas a temperatura ambiente y se dejaron después en la estufa a 60°C. Las partículas secas se sometieron a la licuadora casera para disminuir su tamaño. La eficiencia del adsorbente fue evaluada en la adsorción del colorante azul básico BB41 (Producto Clariant No. 11154). La relación entre la masa y el Volumen fue de 0,02 y

las isothermas de adsorción se realizaron a 25 °C con agitación empleando celdas cilíndricas de plástico con tapa. Se prepararon soluciones acuosas de colorante a concentraciones de 0,05; 0,2-1,0 mM y se agregó 0,1 g de adsorbente durante 1 h de interacción. La disolución final de la celda conteniendo el adsorbente agotado de solución de colorante después del equilibrio de adsorción se usó para su análisis en un espectrofotómetro UV-visible marca thermo scientific genesys.

Diseño del software

Para poder realizar el modelado matemático teórico, primero se tomaron los datos experimentales obtenidos en el laboratorio (cantidad adsorbida contra concentración en equilibrio). Estos datos fueron almacenados y se procedió a obtener las ecuaciones lineales de Langmuir, de Freundlich y de Tempkin a partir de sus respectivas isothermas.

Con los datos experimentales y las ecuaciones de las isothermas lineales se procedió a obtener los valores de la pendiente y del intercepto que correspondieron a cada una de las ecuaciones lineales. Con ello obtuvimos 6 constantes, 2 para cada isoterma obtenidas con los datos experimentales.

Por último, se pudo realizar el graficado de cada una de las funciones junto con los puntos que les dieron origen a las ecuaciones. El diagrama de la distribución de la información se muestra en la figura 4.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el experimento en el laboratorio y con la simulación.

Resultados experimentales

La capacidad de remoción de la cáscara de tamal fue evaluada al medir el porcentaje de adsorción en función de la concentración de equilibrio. La cáscara de tamal en su estado natural mostró ser óptima para la remoción del colorante Azul básico BB41 obteniendo un porcentaje de remoción del 97%. La capacidad de adsorción de este material se comparó con otro material derivado del maíz, el residuo del olote, y mostró una remoción del 99%. El residuo del olote ya ha sido ampliamente estudiado por [7] y los resultados fueron similares con los obtenidos en este trabajo. Ver figura 5.

Estos resultados muestran que la utilización de estos desechos orgánicos en su forma natural es una opción para la remoción de estos contaminantes como los colorantes textiles a pesar de su baja superficie específica. Sin embargo, la composición química de estos materiales fueron responsables de interaccionar con el colorante en estudio y muestran ser potenciales para ser aplicados en el tratamiento de aguas residuales [8].

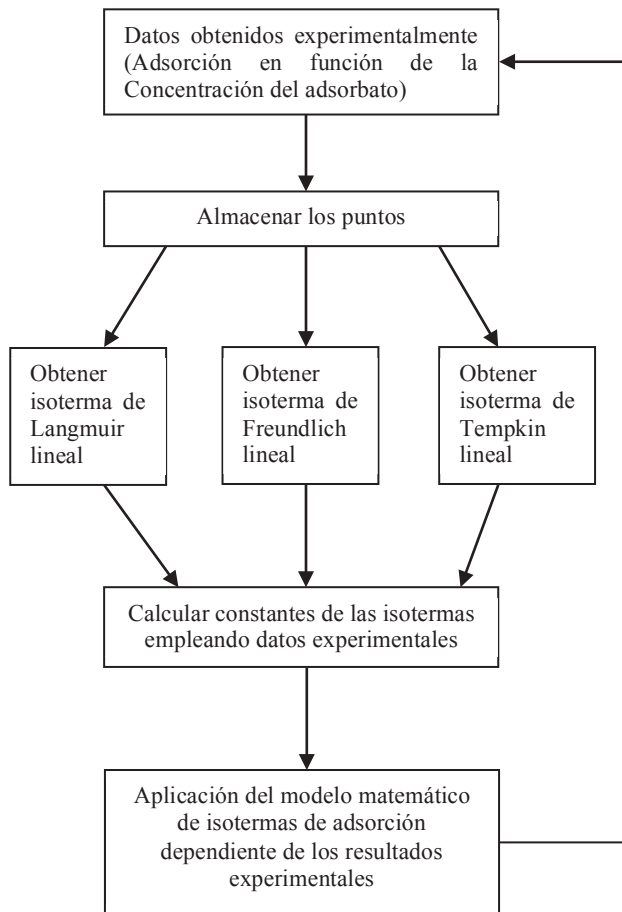


Figura 4. Diagrama general de la distribución de los datos en el simulador.

La evaluación del equilibrio de adsorción de este sistema adsorbato (BB41) y adsorbente (cáscara de tamal) fue evaluado por las isotermas de adsorción de Langmuir, Freundlich y Tempkin utilizando un simulador de isotermas para el cálculo de estos modelos matemáticos y se obtuvo que los puntos experimentales cayeron dentro de la gráfica teórica del modelo de Freundlich (ver figura 3). Este resultado refleja la heterogeneidad de la superficie de la hoja de tamal y describe la adsorción sobre superficies con centros de adsorción energéticamente

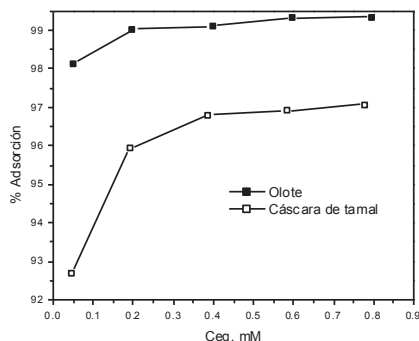


Figura 5. Porcentaje de la adsorción de colorantes a diferentes concentraciones de equilibrio.

heterogéneos. Resultados similares donde se obtuvo la adsorción en superficies heterogéneas provenientes de residuos sólidos orgánicos fue con la adsorción de rodamina B en aserrín [9], con la adsorción de colorantes orgánicos por órgano bagazo [10], con azul básico en cáscara de arroz [11] y por la adsorción de BB41 en HOMAP2 [8]. Esto demuestra que los resultados obtenidos por el simulador son confiables para continuar utilizándolo en el área de Biotecnología y optimizar así el tiempo de análisis que requiere al tener resultados experimentales para su tratamiento matemático.

Resultados de la simulación

Los valores obtenidos experimentalmente se utilizaron para el diseño de las isotermas de adsorción de Langmuir, Freundlich y Tempkin. El programa permite ver e identificar el comportamiento teórico que tendría el adsorbente utilizado (en este caso se utilizó desecho de maíz para retener el colorante textil básico). Dependiendo de la forma que tenga la curva, ésta alcanzará o no una meseta. Cuando no ha alcanzado la meseta es un indicador que el adsorbente no se ha saturado, es decir, toda la superficie no ha alcanzado a cubrirse con el adsorbato (el colorante).

Si se aumentara la concentración del colorante entonces se tiene que ir saturando el sistema hasta lograr llenar toda la superficie del adsorbente lo que en la gráfica se representa cuando la curva (de Langmuir, Freundlich o Tempkin) han alcanzado la meseta.

Como se muestra en la figura 3, con los datos experimentales evaluados sólo la isoterma de Tempkin (representada con color verde) es la única que alcanza su meseta, más ninguna de las otras dos lo hace. Eso significa que si los datos analizados tuvieran un comportamiento de Tempkin entonces el adsorbente ya estaría saturado por el colorante.

Al graficar los puntos obtenidos en el experimento (de color azul) pueden verse que caen perfectamente sobre la gráfica que representa la isoterma teórica de Freundlich (color rojo) en la figura 3.

CONCLUSIÓN

La creación del simulador fue esencial en el tratamiento de los datos experimentales obtenidos de la remoción del colorante BB41 en los residuos sólidos orgánicos dando a conocer que su aplicación del programa es confiable y reproducible con datos experimentales en otros estudios, ya que en este caso los resultados del simulador dan a conocer que los residuos sólidos orgánicos en su forma natural poseen una superficie heterogénea y que el recubrimiento se da en multicapas. Estos datos son importantes y necesarios para esta área ambiental donde se puede seguir trabajando con este simulador que fue muy útil y necesario para la optimización del tratamiento de los datos.

Al Cuerpo académico de la Ingeniería en sistemas computacionales de la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla por su aporte en el diseño del software

REFERENCIAS

- [1] Al-Asheh, S. (2003). Predictions of binary sorption isotherms for the sorption of heavy metals by pine bark using single isotherm data. *Chemosphere*, 5 (41), 659-665.
- [2] Dávila, M. (2014). Using Akaike information criterion to selected the optimal isotherm equation for adsorption from solution. *Adsorption Science and Technology*, 7 (32), 605-622.
- [3] Serena, P. (2013). *herencia genética y enfermedad*. Recuperado el Miércoles de Mayo de 2015, de Los biosensores

del futuro hechos con sólo tres elementos, de <http://herenciageneticayenfermedad.blogspot.mx/2013/10/los-biosensores-del-futuro-hechos-con.html>

[4] Chen, C. (2013). Evaluation of equilibrium sorption isotherm equations. *The Open Chemical Engineering Journal*, (7), 24-44.

[5] Adams, M. (1995). *Fundamentos de química de suelos*. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela, Caracas.

[6] González, M. (2011). *Isoterma de Freundlich*, obtenido de <http://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/isoterma-de-freundlich>

[7] Dávila, M. Elizalde, M. y Peláez, A. (2005). Adsorption interaction between natural adsorbents and textile dyes in aqueous solution. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 254, 107-114.

[8] Guevara, M. (2006). Adsorción y degradación de compuestos azo por sólidos modelo y bioadsorbentes. Tesis de doctorado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

[9] Giwa, A. (2015). Adsorption of Rhodamine B from single, binary and ternary dye systems using Sawdust of *Parkia biglobosa* as adsorbent: Isotherm, kinetics and thermodynamics studies. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(2), 454-475.

[10] Umpuch, C. (2015). Batch Adsorption of Organic Dyes by Organo-bagasse: Carbon Content, pH Influence, Kinetics and Isotherms. *International Journal of Engineering*, 4 (28), 507-515.

[11] El-Maghraby, A. (2011). Removal of a basic dye from aqueous solution by adsorption using rice hulls. *Global NEST Journal*, 1 (13), 90-98.



Software Móvil, Audiolibros Educativos Para Niños De 5 Años

**NATHALY JAIMES
IGUAVITA**

Universidad Distrital Francisco
José de Caldas

**DARIO SEBASTIAN
LIMAS CANO**

Universidad Distrital Francisco
José de Caldas

**HÉCTOR JULIO
FÚQUENE ARDILA**

Universidad Distrital Francisco
José de Caldas

RESUMEN

La presente monografía denominada “Software móvil, audiolibros educativos para niños de 5 años”, tuvo como objetivo realizar un análisis y evaluación del desempeño educativo con énfasis en el proceso de aprendizaje orientado a la lectura de la población infantil a la edad de 5 años. Brindando como posible alternativa el uso de un software que sirviera de apoyo al proceso de enseñanza dado por los pedagogos infantiles en esta etapa de desarrollo.

La investigación fue realizada en el Jardín Social del ICBF localizado en la localidad de Ciudad Bolívar, Barrio La Candelaria.

En el primer capítulo se describe el entorno de enseñanza en cuanto a la población infantil lectora y su proceso de aprendizaje en la actualidad, haciendo énfasis en la necesidad de contar con una estrategia que sea utilizada como base y apoyo y fomento en el desarrollo lector de

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

niños de 5 años a través de audio cuentos que se caracterizan por audios e imágenes de manera multimedia de forma que sea dinámico e interactivo. Se plantea la problemática, se establece el objetivo general y los objetivos específicos de la presente monografía, así como la justificación, los alcances y los límites de la misma.

El segundo capítulo refiere al marco teórico, conceptual, factibilidad, cronograma, fase de análisis, diseño, implementación, pruebas, resultados y todo tipo de componentes y prototipos que serán implementados en el ambiente. La importancia que tiene el estudio las metodologías tanto de software de educación y pedagogía. Se presentan también en los resultados los métodos empleados para evaluar el desempeño de los niños de 5 años. Por otra parte se expone el funcionamiento del simulador y el prototipo de MEC (sistemas de ejercitación y práctica), el cual desempeñará un papel muy importante en el logro de habilidades y destrezas en el diseño de este tipo de MEC

Finalmente se redactan las conclusiones a las que se llegaron con el estudio, el conocimiento que se adquirió a través del proceso se responde el logro de los objetivos planteados inicialmente.

Palabras Clave

Audio-cuentos, multimedia, aprendizaje, enseñanza, niños de 5 años, ambiente, software, MEC, metodología, prototipo, objetivo.

ABSTRACT

This monograph called "Mobile Software, educational audio books for children of 5 years" was to carry out an analysis and evaluation of educational performance with

emphasis on process-oriented learning reading child population the age of 5 years. Offering as an alternative the use of software that serve to support the process of teaching children given by teachers at this stage of development.

The research was conducted in the Social Garden ICBF located in the town of Ciudad Bolívar, Barrio La Candelaria.

In the first chapter the teaching environment is described as to children reading and learning process today, emphasizing the need for a strategy to be used as a base and support and encourage the development reader children 5 years through audio stories are characterized by audio and images in a multimedia way that is dynamic and interactive. The problem arises, the general objective and specific objectives of this paper, and the justification, scope and limits of the same set.

The second chapter refers to the theoretical, conceptual, feasibility, schedule, phase analysis, design, implementation, testing, results and all kinds of components and prototypes that will be implemented in the framework environment. The importance of study the methodologies of both education and teaching software.

The methods are also presented in the results to evaluate the performance of children of 5 years. Moreover, the operation of the simulator and prototype MEC (drill and practice systems), which will play an important role in achieving abilities and skills in the design of this type is exposed MEC

Finally the conclusions that were reached by the study are drawn up; the knowledge acquired through the process of achieving the initial goals is answered.

Keywords:

audio stories, multimedia, learning, teaching, Children 5 years, environment, software, MEC, methodology, prototype, target.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación titulada “Software móvil, audiolibros educativos para niños de 5 años”, se desarrollará en torno al diseño e implementación de un aplicación móvil, partiendo del uso de las TICs que cada vez más se evidencia que contribuye al desarrollo de la creatividad y la inventiva en todo tipo de población.

Esta es una aplicación multimedia interactivo que puede convertirse en una poderosa herramienta pedagógica y didáctica que aprovecha nuestra capacidad multisensorial. La combinación de textos, gráficos, sonido, fotografías, animaciones y videos permite transmitir el conocimiento de manera mucho más natural, cotidiana y dinámica, lo cual resulta crucial para el aprendizaje; los cuales deben ser parte integral de la educación moderna, permitiendo con su uso efectivo llevar a cabo la misión de divulgación e investigación en las instituciones educativas y sus procesos de aprendizaje.

Posteriormente se realiza el planteamiento del problema de investigación, seguido de la pregunta de investigación; y de los objetivos del estudio tanto el general como los específicos; además, se plantean los alcances y límites de la investigación, la justificación del estudio, su aporte y beneficio social, así como el aporte a otras áreas del conocimiento y su beneficio metodológico.

Por lo cual, se presenta el marco conceptual de la investigación, el cual contiene definiciones y conceptos utilizados en la temática; de igual forma se presenta el marco teórico utilizado como soporte de la investigación, el cuál utiliza la metodología de software RUP; partiendo de que es una metodología cuyo fin es entregar un producto de software. Se estructura todos los procesos y se define la metodología educativa implementada.

Más adelante se presenta la factibilidad en su totalidad, para ello se utilizan una serie de instrumentos estadísticos (Tablas y Figuras), que permiten la explicación o resumen cualitativo detallado de la información proporcionada para cada ítem.

Finalmente se presenta el cronograma de actividades estipulado para la presentación de la monografía, dando a conocer las fases o etapas que se llevarán a cabo para la implementación y desarrollo del proyecto.

Planteamiento del problema

Descripción del problema

A pesar de los múltiples beneficios que ofrece la lectura la gente continua sin hacer del libro parte de su vida. Muchas veces por desinterés, porque no tienen tiempo o dinero para invertir en libros o simplemente prefieren otro tipo de lectura como revistas o periódicos.

Una persona que desde pequeña aprendió a leer obtiene con mayor facilidad la información que busca, amplía su vocabulario, comete menos errores de ortografía, mejora su léxico, se expresa mejor, además, incrementa su memoria y su capacidad creativa. Una lectura comprensiva es necesaria para tener una buena comprensión del mundo actual y poder debatir y reflexionar sobre este. La población lectora está constituida por estudiantes de entre 12 y 25 años con un 61,3%, que por medio de trabajos escolares y universitarios, se ven obligados a asumir la lectura como parte de un currículo y no como un deseo propio y de libre albedrío¹.

En cuanto al nivel de competencias de lectura de los estudiantes del país, el viceministro de Preescolar, Básica

¹ El Universal: Colombianos, ‘rajados’ en lectura. Disponible en internet: <<http://www.eluniversal.com.co/cartagena/educacion>> [con acceso el 6-3-2015]

y Media, *Mauricio Perfetti*², indica que la situación es para analizar. "En las Pruebas Saber 2009 (aplicadas a estudiantes de quinto y noveno grado), más del 65% de los jóvenes no alcanzó el nivel mínimo en materia de competencias de lenguaje. Cuando nos comparamos a nivel internacional con la prueba PISA, más del 47% de los estudiantes colombianos que presentaron la prueba no alcanzó el nivel mínimo en lectura."

Es importante desde temprana edad en los niños incentivar la lectura, para pensar en un futuro cambiar en Colombia los bajos índices lectores, y eso se logra con una educación mucho más enfocada hacia los principios, valores, ética y compromiso por parte de los padres donde la iniciativa sea utilizar los recursos tecnológicos para desarrollar en sus hijos un hábito hacia la lectura desde una edad temprana (5 años). 16

Formulación del problema

¿Es posible implementar un software móvil para niños de 5 años, donde interactúen con cuentos infantiles educativos, apoyados en imágenes y sonido que incentive la lectura en ellos?

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar un software multimedia para dispositivos móviles Android, audiolibros educativos que fortalezca el proceso de aprendizaje en niños de 5 años, utilizando el lenguaje de programación Java

Objetivos específicos

Diseñar un aplicación móvil, audiolibros educativos, que apoye el proceso de enseñanza a niños de 5 años, de manera que sea dinámico y atractivo a este tipo de usuarios.

Implementar una base de datos que permita consultar actualizar eliminar y almacenar información de audio y video, para el software móvil, audiolibros educativos para niños de 5 años.

Verificar, analizar el software móvil educativo por medio de la metodología de desarrollo RUP y la metodología de desarrollo de software educativo Panqueva.

Crear el sistema de forma que sea altamente usable y que implemente las pautas de desarrollo de interfaces gráficas de los fabricantes de dispositivos móviles.

Diseño educativo del MEC

El diseño debe resolver los interrogantes que se refieren al alcance, contenido y tratamiento que debe ser capaz de apoyar el MEC.

¿Qué aprender con apoyo del MEC?

CONDUCTA: Como evidencia de que aprendió el aprendiz debe ser capaz de realizar las actividades o logros que tendrán disponibles en el software móvil (Audiolibros educativos para niños de 5 años con énfasis en los valores humanos), identificar los valores que serán mostrados en los audio cuentos.

CONDICIONES: El estudiante deberá demostrar que genere un aprendizaje a través de actividades que refuercen y apoyen el proceso de enseñanza del tutor o profesor en el aula de clase.

CRITERIO: El estudiante o niño de 5 años demostrará lo aprendido desarrollando las características evolutivas de un niño de su edad en el campo del perfil social y afectivo. Muestra rasgos y actitudes emocionales.

CONDUCTA DE ENTRADA: Los comportamientos que se presupone que ya es capaz de demostrar el aprendizaje cuando inicia el uso del material son: Identificar, comunicar y regular los propios sentimientos y emociones, preferencias e intereses; así como identificar y respetar los de los otros.

Valora y demuestra una actitud positiva ante las demostraciones de afecto de los adultos y de los demás niños y niñas.

Acepta las posibilidades y limitaciones propias y las de los otros niños y niñas en la valoración de las tareas.

Análisis De Tareas De Aprendizaje: Tareas de aprendizaje

Discrimina comportamientos y actitudes adecuadas o inadecuadas en los grupos a los que pertenece y uso contextualizado de las normas básicas de convivencia.

Defiende sus derechos y opiniones con actitud de respeto hacia los de los otros (compartir, escuchar, saber esperar, atender).

Valora y respeta las normas que rigen la convivencia en los grupos sociales a los que pertenece (normas de uso de los objetos, normas de cortesía, normas de intercambio comunicativo en grupo turnos de palabras, respetar las decisiones y acuerdos tomados) y participa en el establecimiento de ellas.

2) ¿En qué ambiente o micro mundo aprender cada objetivo?

² Perfetti Mauricio: viceministro de Preescolar, Básica y Media de Colombia. Economista PhD, Máster en política pública, y en economía, con amplio conocimiento y experiencia en planeación, diseño y ejecución de políticas sociales y económicas del país. Disponible en internet: <<http://www.eluniversal.com.co/cartagena/educacion>> [con acceso el 6-3-2015]

Para el desarrollo del software móvil (Audiolibros educativos para niños de 5 años con énfasis en los valores humanos), se pretende desarrollar el ambiente o micro mundo sonoro. Este es particularmente valioso cuando se trata de desarrollar criterio auditivo o destrezas musicales; también se complementará con el micro mundo o ambiente de tipo gráfico ambientes tan sencillos (multimedia) o tan sofisticados (secuencia de imágenes).

3) ¿Cómo saber que el aprendizaje se está logrando?

Es necesario poder demostrar cuando se requieran cada una de las destrezas que interesa afianzar, los conocimientos que se busca acomodar, las habilidades que se quieren desarrollar.

- Especificación de situaciones de evaluación

Consistirá en definir para cada uno de los objetivos y situaciones de evaluación, para esto se describirá los perfiles de estudiante y tutor, que servirán de base para comprobar cuánto sabe y en qué puede estar fallando el aprendiz respecto a lo que se desea que aprenda o refuerce con el software (Audiolibros educativos para niños de 5 años con énfasis en los valores humanos).

Perfil Del Niño De Cinco Años:

Que valore la lectura y escritura como forma para comunicarse.

Un ser sociable, independiente, participativo, solidario, crítico, observador, respetuoso, creativo.

Que sepa trabajar en libertad.

Que manifieste sentimientos de pertenencia a un grupo

Que actúe cooperativamente.

Que tenga confianza en sí mismo para resolver situaciones problemáticas.

Que tenga control de su cuerpo y seguridad en sus desplazamientos.

Perfil Del Tutor o Docente:

Consciente de su función en el contexto de la escuela, la comunidad y la sociedad.

En permanente formación, que vincula en forma dinámica el conocimiento, la experiencia y la autoformación.

Con actitud crítica, reflexiva y siempre abierta al cambio.

Que se integre en grupos de colegas con el fin de compartir aprendizajes y nuevos modelos didácticos para problemáticas puntuales.

Que sea flexible, tolerante, solidario, respetuoso de la producción y decisión de los demás, consciente del rol que le toca asumir.

Coherente y que tenga equilibrio emocional.

Retroinformación, refuerzo y nivel de logro

Para el software (Audiolibros educativos para niños de 5 años con énfasis en los valores humanos), se definirá para cada situación de evaluación las acciones que debe tomar el dispositivo móvil, en función de lo que responda o

realice el usuario. Dado esto el software incluirá dos módulos llamados logros y tutorías en los cuales se evaluarán los aspectos básicos de aprendizaje que se espera obtendrá el estudiante. A continuación se describen los logros o evaluaciones que se implementarán en el software.

Módulo Logros

Competencias básicas en las cuales el estudiante con ayuda de su tutor tendrá que identificar por medio de imágenes el valor humano correspondiente al especificado en el enunciado.

Módulo Tutorías

El tutor tendrá como base para la implementación del software el cuento escrito y además una imagen alusiva al audio-cuento disponible en el software que desee abordar.

¿Cómo motivar y mantener motivados a los usuarios del MEC?

El MEC (Audiolibros educativos para niños de 5 años con énfasis en los valores humanos) estará orientado a atender necesidades prioritarias, ser muy económico, estar desarrollado en forma muy efectiva, para lograr mantener motivados a los usuarios y para que, de su interacción, logren los objetivos propuestos, se implementará:
Motivación Intrínseca:

Se procurará que el aprendiz tenga experiencias iniciales exitosas y que promuevan una actitud positiva frente al uso del dispositivo; así mismo, proponer ambientes o situaciones que sean amigables e interesantes, que despierten curiosidad, que generen "conflictos conceptuales" o "desequilibrios cognitivos", de modo que muevan al aprendiz al indagar, y trabajar en busca del conocimiento a partir de la interacción con el micro mundo ambiente, pueda adquirirlo.

Diseño de comunicación (interfaz)

Se debe determinar cómo se comunicará el usuario con el MEC, estableciendo mediante qué dispositivos y usando qué códigos o mensajes (Interfaz de entrada / salida).

Dispositivos de Entrada/Salida de un dispositivo sugeridos para el software móvil

Pantalla Táctil

Altavoz / Parlantes

Audífonos (Opcional)

2GB Mínimo memoria RAM

Fase de prueba piloto.

Con esta prueba se pretende ayudar a la depuración del MEC a partir de su utilización por una muestra representativa de los tipos de destinatarios para los que se hizo y la consiguiente evaluación formativa.

Preparación para la prueba piloto

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El método de levantamiento de información que se seleccionó para identificar qué aspectos debíamos evaluar en el ambiente (Audiolibros educativos para niños de 5 años, con énfasis en los valores humanos) fue el del pre-test y post-test. El cual consiste en evaluar un grupo de estudiantes para identificar las falencias que tiene sobre un tema en específico y luego de haber realizado el proyecto volverlos a evaluar con el mismo test y algunas preguntas adicionales para identificar si hubo una mejora en los temas evaluados en el ambiente o software.

Este test fue diseñado en conjunto por la Licenciada en humanidades y lengua castellana, experta en pedagogía Hilda Yamile Arenas y los desarrolladores del proyecto. La docente suministro 8 preguntas en las que ella comunica que son la temática para entender la problemática de la lectura, y los desarrolladores 6 preguntas con la temática del ambiente o software.

El test quedó definido con 13 preguntas de selección múltiple con múltiples respuestas

Levantamiento de información prueba piloto

Esta prueba fue realizada en el Jardín Social del ICBF en la localidad 19 de Ciudad Bolívar en el barrio La Candelaria del sur de Bogotá a estudiantes de la edad de 5 años. Esta institución es de educación pública y recibe estudiantes de estratos 1 y 2. En total fueron 10 niños los que realizaron el test.

Las preguntas fueron las siguientes:

Pre-Test

1. ¿En casa, alguien de tu familia te leen libros o cuentos?
2. ¿Te gusta o interesa la lectura?
3. ¿Por qué no te podría interesar la lectura?
4. ¿Cuánto tiempo dedicas a ver televisión?
5. ¿Cuántos libros o cuentos te han leído?
6. ¿Sueles frecuentar bibliotecas o ludotecas públicas?
7. ¿Sueles usar o jugar en celulares o teléfonos móviles?
8. ¿Te llama la atención una aplicación en la que puedas ver y escuchar cuentos ilustrados con imágenes?

Post Test

1. ¿Por qué te gusta la aplicación?
2. ¿La aplicación de Audio-cuentos infantiles te incentivo a querer leer?
3. ¿Cuánto tiempo dedicarías a usar la aplicación?
4. ¿Cómo calificarías la aplicación?
5. ¿Conoces alguna aplicación similar a la mostrada?

Metodología

Para el desarrollo del software se utilizó la metodología de desarrollo de software educativo Panqueva siguiendo el modelo pedagógico romántico.

Resultados obtenidos software.

En la etapa del Post-Test también quisimos tener una breve opinión acerca del software los resultados fueron los siguientes:

El software recibió una gran acogida por parte de los estudiantes encuestados por su diseño sencillez e interactividad.

Para la realización óptima del software tanto en funcionamiento como en la codificación, se realizaron pruebas de métricas, estimación, análisis de riesgo y calidad con algunas herramientas dispuestas para ello como lo son (Kiuwan, Risk, JMproject, Cocomo II). De acuerdo al código del software se determina la seguridad, la cantidad de líneas de código, confiabilidad, proceso, proyecto, calidad, recursos humanos, riesgos de tiempo y demás

Haciendo la comparación de las pruebas pre-test y post-test se pudo evidenciar que luego de una semana de implementación del software, con ayuda del docente o tutor logro que el índice de lectura incrementara gracias al módulo tutoría en el que cada niño podía llevar el material impreso a casa para ser leído por sus padres.

CONCLUSIONES

Inicialmente se pudo observar que la población infantil de clases sociales menos favorecidas en este momento no cuentan con las herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo de la educación. Sin embargo tienen un fácil acceso y manejo de los dispositivos con una capacitación previa

El proyecto ha logrado cumplir todos los objetivos que se habían propuesto, respetando las especificaciones planteadas.

Se cumplieron las expectativas, aunque se presentaron algunas dificultades en cuanto al manejo y programación de un S.O. como lo es Android. Con trabajo esfuerzo y dedicación se logró implementar un software que sirviera como prototipo para el apoyo a la lectura.

Aunque no fue fácil, se logró cumplir con las etapas de las metodologías tanto de desarrollo de software como de modelo educativo (RUP, MEC, Modelo Romántico).

Se cree que con el uso de ésta aplicación se motiva a los niños de la edad de 5 años a aprovechar las tecnologías de la información para su formación académica y personal.

Los resultados obtenidos demuestran que existe un bajo índice de lectura infantil, ya que los padres por su parte no lo ven importante, por lo tanto no contribuyen a fomentar

el desarrollo integral de sus hijos; además en las aulas educativas es difícil llevar a cabo la enseñanza en condiciones económicas no favorables.

Uno de los aspectos que más nos enorgullece con el desarrollo de la aplicación es poder llevar a cabo un proyecto que no sólo tuviera un fin educativo, sino que por el contrario, ocasionara sonrisas en aquellos pequeños, que quizás hasta este momento no habían tenido la oportunidad de interactuar con un dispositivo tecnológico que les generará tal curiosidad e interés por explorar un nuevo campo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue el fruto del desarrollo de un trabajo de monografía desarrollado por los estudiantes Nathaly Jaimes Iguavita Y Dario Sebastian Limas Cano en colaboración con Licenciada en humanidades y lengua castellana, experta en pedagogía Hilda Yamile Arenas y con la dirección y tutoría de Héctor J. Fúquene A..

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ALONSO, Catalina y GALLEGO, Domingo (2005) CHATEA, estilos de aprendizaje. Disponible en <<http://estilosdeaprendizaje.es/menu princ2.html>> [con acceso 15-3-2015].
- [2] Artículo Fases del proceso enseñanza-aprendizaje, Caballero V. Sonia. Disponible en internet: <www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/> [con acceso el 21-12-2015].
- [3] Banco de proyectos de Argentina. Disponible en internet: <<http://premio.fundacionlanacion.org.ar/2012/>> [con acceso 15-3-2015].
- [4] BARBERÁ, Elena; MAURI, Teresa; ONRUBIA, Javier (Coords.) (2008). Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC. Pautas e instrumentos de análisis. Barcelona: Graó.
- [5] BEGOÑA SALVAT GROS, (1997) Diseños y programas educativos: Pautas pedagógicas para la elaboración de software.
- [6] Características de lenguajes de programación para dispositivos móviles. Disponible en internet: <<https://www.xmind.net/m/33M9/>> [con acceso el 08-07-2015]
- [7] Ciclo de vida del software, Revisado en: Capítulo 1. Disponible en internet: <<http://img.redusers.com/imagenes/libros/lpcu097/capitulo gratis.pdf>> [con acceso 20-3-2015].
- [8] Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados. Disponible en internet: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-106492_archivo.pdf> [con acceso 8-04-2015]

- [9] El aprendizaje. Disponible en internet: <<http://alegraficos.blogspot.com.co/p/como-ser-un-buen-diseador-grafico.html>> [con acceso el 08-07-2015]
- [10] El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica. Disponible en internet: <<http://www2.uca.es/ordenacion/formacion/docs/jifpev4-documentacion.pdf>> [con acceso el 08-07-2015]
- [11] El proceso de enseñanza-aprendizaje. Disponible en internet: <<http://www.uhu.es/cine.educacion/didactica/0014procesoaprendizaje.htm>> [con acceso 20-3-2015]
- [12] El Universal Colombianos, ‘rajados’ en lectura. Disponible en internet: <<http://www.eluniversal.com.co/cartagena/educacion>> [con acceso el 6-3-2015]
- [13] Evaluación de materiales y ambientes educativos computarizados. Disponible en internet: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-127612_archivo.pdf> [con acceso el 08-07-2015]
- [14] Fernández Aedo Raúl Rubén y Delavaut Romero Martín Enrique, Educación y tecnología: Un binomio excepcional
- [15] Finalidad de una metodología, Revisado en: Capítulo 1. Disponible en internet: <<http://img.redusers.com/imagenes/libros/lpcu097/capitulo gratis.pdf>> [con acceso 20-3-2015].
- [16] GALVIS PANQUEVA, Álvaro. Ingeniería del software educativo. Ediciones Uniandes. 1994
- [17] GALVIS PANQUEVA, Álvaro Hernán: *Es investigador y asesor internacional en tecnologías de información y comunicación (TIC) aplicadas a educación, formador de formadores en el uso de pedagogías activas apoyadas en ambientes digitales, creador y evaluador de programas de capacitación enriquecidos o apoyados con tecnología digital, así como consultor en planeación estratégica e innovación educativa. Se desempeña como Presidente de Metacursos SAS.*
- [18] Gardner, Howard. 1999. Estructuras de la Mente. La teoría de las inteligencias múltiples. Tercera reimpresión. Fondo de Cultura Económica. Colombia.
- [19] Herramientas para la elaboración y uso educativo de recursos de audio Disponible en internet: <<http://www.eduteka.org/Audio.php>> [con acceso 15-3-2015].
- [20] Horizonte web. 2000. “La Unión Europea lanza plan para crear “La Generación Net”.” El Magazine de Horizonte Informática Educativa 1, no. 4. Disponible en internet: <<http://www.horizonteweb.com/magazine/Numero4.htm>> [con acceso 15-3-2015].
- [21] Ingeniería de software educativo con modelaje orientado por objetos: un medio para desarrollar micro mundos interactivos. Disponible en internet: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/mediateca/1607/articles-106359_archivo.pdf> [con acceso el 01-01-2016]
- [22] Leyes sobre software libre en Colombia, Disponible en internet: <<http://glosario.over-blog.es/article-leyes>>

- sobre-software-libre-en-colombia-59255157.html> [con acceso el 25-3-2015]
- [23] Los procesos de aprendizaje. Disponible en internet:< <http://www.peremarques.net/actodidaprende2.htm>> [con acceso el 08-07-2015]
- [24] Metodología de desarrollo de software, Revisado en: Capítulo 1. Disponible en internet:< <http://img.redusers.com/imagenes/libros/lpcu097/capitulo-gratis.pdf>> [con acceso 20-3-2015].
- [25] Metodología en Cascada o lineal secuencial, Revisado en: Capítulo 1. Disponible en internet:< <http://img.redusers.com/imagenes/libros/lpcu097/capitulo-gratis.pdf>> [con acceso 20-3-2015].
- [26] Metodología RUP. Disponible en internet: < <http://procesosdesoftware.wikispaces.com/METODOLOGIA+RUP>> [con acceso 21-03-2015].
- [27] Modelo pedagógico romántico. Disponible en internet:< <http://lamuneka-181.blogspot.com/2012/09/modelo-pedagogico-romantico.html>> [con acceso 2-04-2015]
- [28] Modelo recepción significativa. Disponible en internet:< http://latinoamericana.ucaldas.edu.co/downloads/Latinoamericana3-2_4.pdf> [con acceso 8-04-2015].
- [29] MONEREO, C (2005) La construcción virtual de las mentes: implicaciones psicoeducativas. En *Tiempos Educación*, 29, pp. 29-51)
- [30] Páginas web Dinámicas - Que son y para qué sirven, Disponible en internet:< <http://www.buyto.es/general-diseno-web/que-es-una-pagina-web-dinamica-para-que-sirve-una-pagina-web-dinamica>> [con acceso el 23-3-2015].
- [31] Perfetti Mauricio: viceministro de Preescolar, Básica y Media de Colombia. Economista PhD, Máster en política pública, y en economía, con amplio conocimiento y experiencia en planeación, diseño y ejecución de políticas sociales y económicas del país. Disponible en internet:< <http://www.eluniversal.com.co/cartagena/educacion>> [con acceso el 6-3-2015]
- [32] Plataforma educativa, Revisado en: Plataformas para la educación, Disponible en internet:< http://www.difementes.com/revista/2012b/Plataformas_Educativas.html> [con acceso 15-3-2015].
- [33] Prensky, Marc. 2000. *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill. . 2001a. “Digital Natives, Digital Immigrants.” *On the Horizon* 9, no. 5.
- [34] Pressman Roger, *Ingeniería de software un enfoque práctico*, 5th-ed.
- [35] Proyectos 201320- Universidad de los Andes “Construcción de aplicaciones móviles”. Disponible en internet:< <https://sistemas.uniandes.edu.co/~isis3510>> [con acceso 15-3-2015].
- [36] ¿Qué metodología utilizar en un aula de FLE? *La revista de educación*, 12, (2007). Disponible en internet:< <http://www.Aldadis.net>> [con acceso el 12-3-2015]
- [37] Sacristán, J. Gimeno, and A. I. Pérez Gómez. 1999. *Comprender y transformar la enseñanza*. Octava edición. Alfa omega – Morata.
- [38] Salas, Daniel, Pierre Peña, and Harold Bula. 2005. *Ingeniería Hipermedia Educativa*. Universidad de Córdoba.
- [39] Software libre, Revisado en: *Software libre vs software propietario* Disponible en internet:< <http://www.rebellion.org/docs/32693.pdf>> [con acceso 15-3-2015].



Una experiencia educativa: el uso de Facebook en la clase de matemáticas

Sara L. Marín Maldonado
Centro Universitario de Ciencias
Económico Administrativas
Universidad de Guadalajara
Guadalajara, Jal. México
marinsara@hotmail.com

Laura Plazola Zamora
Centro Universitario de Ciencias
Económico Administrativas
Universidad de Guadalajara
Guadalajara, Jal. México
lplazola@gmail.com

Ana Torres Mata
Centro Universitario de Ciencias
Económico Administrativas
Universidad de Guadalajara
Guadalajara, Jal. México
anatorrescucaudg@gmail.com

RESUMEN

En este artículo se presentan los resultados obtenidos de haber implementado una actividad de aprendizaje innovadora en la materia de Matemáticas I, con el objetivo de obtener aprendizajes significativos a través de proyectos y el uso de la plataforma facebook como herramienta para la interacción entre estudiantes. Esto da lugar a una interesante experiencia educativa y un exitoso proceso de aprendizaje colaborativo

ABSTRACT

This paper represents the results of an innovative learning activity in the Mathematics I subject, with the purpose of creating a learning community through a project based learning and the use of facebook as an instrument for the interaction of students. This gives place to an interesting educational experience and a successful collaborative learning.

Términos Generales

Estrategias innovadoras de aprendizaje, nuevas tecnologías.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Calculo Diferencial en las ciencias económicas

Palabras clave

Aprendizaje colaborativo, comunidad de aprendizaje, facebook, enseñanza del cálculo, aprendizaje basado en proyectos.

Keywords

Collaborative learning, learning community, facebook, teaching of calculus, project-based learning.

INTRODUCCIÓN

Es innegable la cantidad de cambios que está viviendo nuestra sociedad en la actualidad debido a la incorporación de la tecnología a nuestra vida cotidiana. Esta incorporación está modificando de una forma tan rápida nuestras formas de vida, que sin duda alguna surge una demanda natural de cambios en nuestros sistemas educativos.

Como plantea Esteve en la introducción de su libro La Tercera Revolución Educativa: “*Muchos profesores están desorientados por los cambios que han tenido que asumir en los últimos treinta años; pero, el cambio no ha hecho más que comenzar, el nuevo desafío de la integración del aprendizaje electrónico y de la enseñanza por Internet aún planteará profundas exigencias de cambio a nuestros sistemas educativos en los próximos años*” [1]. Adaptarse a esta serie de cambios resultara en beneficio del estudiante. En la actualidad poseemos una gran cantidad de recursos tecnológicos que permiten diseñar diversas actividades educativas innovadoras. Además los jóvenes universitarios poseen una habilidad natural para apropiarse de las TIC e incorporarlas a sus actividades escolares y de socialización, hecho que se hace evidente en la manera en que utilizan los medios digitales para comunicarse e interactuar. [2]

Diseñar actividades de aprendizaje innovadoras implica no solo incorporar la tecnología en el aula. Implica en el profesor un cambio total en su rol, que tenga la destreza necesaria para apoyar el aprendizaje centrado en el alumno. [3] Además de crear un entorno en el que se fomente la confianza entre los estudiantes y el profesor, buscar promover un entorno cooperativo y colaborativo permitiendo al estudiante ser el protagonista en su proceso de aprendizaje.

La comunicación generada por el uso de redes sociales es muy adecuada para facilitar al estudiante la interacción entre pares. La red más usada por nuestros estudiantes es sin duda alguna Facebook. Esta red social presenta un gran potencial en la educación, a pesar de no haber sido concebida como un entorno para construir y gestionar experiencias de aprendizaje.

En efecto, aunque Facebook no es un entorno de aprendizaje, ni en la idea subyacente ni en la concepción de sus herramientas, puede prestar un valioso apoyo a las nuevas orientaciones sociales que se están imponiendo en la consideración de los procesos educativos. [4] Además de ser un espacio muy conocido por nuestros estudiantes podemos decir que en él se expresan, conviven y pueden encontrarse con otras personas, con lo cual consideramos que es una excelente lugar para compartir sus avances de los proyectos realizados.

Las bases científicas de las Comunidades de Aprendizaje se corresponden con la Teoría del Aprendizaje Dialógico. Las Comunidades de Aprendizaje transforman el contexto, por ejemplo, mediante la creación de grupos heterogéneos dentro del aula en los que participen profesorado y estudiantes. En estos grupos interactivos el profesor sirve de referente y dinamiza las interacciones en el grupo, promoviendo la solidaridad entre las y los estudiantes con el objetivo de que todos resuelvan con éxito las actividades. Esta actuación es de carácter inclusivo y parte de las posibilidades del alumnado, no de sus dificultades. [4]

Si deseamos construir una auténtica comunidad de aprendizaje, la plataforma Facebook nos da la posibilidad de generar un ambiente de fácil acceso, conocido por los estudiantes y que motiva a la interacción grupal.

OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es mostrar que el uso de Facebook como medio de comunicación para la entrega y revisión a lo largo del semestre del producto final del curso, promueve una mayor calidad en estos, así como un mayor número de trabajos entregados, en comparación con cursos anteriores en los que se sólo se usó la retroalimentación en clase y también comparativamente con el uso de la plataforma moodle.

Además se busca documentar, que al usar Facebook como medio de comunicación y entrega del producto final del curso, se logre crear una comunidad de aprendizaje en la que se manifieste

- Implicación de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje
- Aprendizaje grupal e individual
- Fomentar espíritu crítico
- Participación igualitaria y respetuosa
- Estimular el desarrollo de habilidades técnicas y sociales dentro de la red social y para participar en la sociedad contemporánea en general.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Parte de la evaluación final del curso de matemáticas I consiste en la elaboración de un producto final el cual se va realizando a lo largo de varias entregas en el curso. La competencia específica de esta actividad es identificar una relación funcional en un fenómeno de interés personal, a partir de la consulta de datos reales de una fuente confiable y encontrar una forma de función ya sea lineal, cuadrática, seccionada, exponencial o logarítmica, con el fin de hacer una predicción. Esta actividad se realiza de forma individual. Los resultados obtenidos se obtuvieron de un proceso de observación a lo largo de los cursos del 2013 B, 2014 A y B, 2015 A y B y 2016 A, siendo el seguimiento y entrega del producto de las siguientes maneras

1. Modalidad de seguimiento en clase. Cursos 2013 B y 2014 A. El trabajo se dejaba con suficiente antelación al final del curso. Se indicaban al estudiante fechas de entrega de revisiones parciales donde el estudiante podía recibir retroalimentación del profesor de manera personalizada sobre sus avances del trabajo y una fecha de entrega final del trabajo.

2. Modalidad de seguimiento con la plataforma moodle. Cursos 2014 B y 2015 A. Se usó un curso en línea en la plataforma moodle como apoyo al curso presencial. Dentro de las actividades estaba contemplada esta actividad, en varias entregas y al final del curso la entrega del producto final en un foro.

3. Modalidad de seguimiento con facebook. Cursos 2015 B y 2016 A. Se hizo un grupo privado en facebook de la clase de matemáticas. Este grupo se usó tanto para clase como para realizar las entregas parciales así como para la entrega del producto final. En él se comentaron y se corrigieron las entregas.

En cada caso se realizaron encuestas a los estudiantes para que expresaran sus opiniones sobre el curso.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Para la modalidad de *seguimiento en clase* se obtuvo en promedio un porcentaje de entrega del producto final de 57%. De los trabajos entregados, los que obtuvieron una calificación igual o mayor a 8 de 10 fueron el 15%

Podemos observar que los estudiantes posponían la entrega del producto, hasta el final del curso, dando lugar a que hubiera poca o nula retroalimentación. El proceso de revisión fue lento, había poca implicación grupal en algo que era de realización individual.

Algunos estudiantes se aislaron en el proceso y no pudieron cumplir con el objetivo de entregar el producto final.

Para la modalidad de *seguimiento con la plataforma moodle* se obtuvo en promedio un porcentaje de entrega del producto final de 82%. De los trabajos entregados los que obtuvieron una calificación igual o mayor a 8 de 10 fueron el 52%

Observamos una mayor comunicación tanto entre estudiantes como entre estudiantes profesor. Si se realizaron las entregas a tiempo, y de manera natural surgió una implicación de los estudiantes en el proceso de la realización del producto final, de manera que se ayudaron entre ellos debido a que ellos mismos observaron que aunque todos los trabajos eran diferentes, si había similitudes de procedimientos en los que se podían ayudar.

Por otra parte la comunicación no fue del todo efectiva, debido a que en ocasiones ellos no entraban al curso en línea hasta que se

acercaba la fecha límite. Por otra parte, algunos comentarios en los foros no cumplían con el auténtico objetivo de retroalimentarse entre ellos, sino que se hacían solo por cumplir el requisito.

Para la *modalidad de seguimiento con facebook*, se obtuvo en promedio un porcentaje de entrega del producto final del 100%. De los trabajos entregados el 63% obtuvieron una calificación igual o mayor a 8.

Observamos que la comunicación entre estudiantes y entre estudiantes y profesor mejoro aun más, con respecto a la modalidad de seguimiento en moodle. Los estudiantes subieron sus trabajos con mayor facilidad comparativamente con moodle en el cual en ocasiones tenían problemas para subir sus archivos.

En general los estudiantes se sentían más cómodos trabajando en facebook. También se observo más motivación de entregar el trabajo. Se observo que si se pedía el trabajo en jueves para el lunes a partir del jueves ya empezaba los estudiantes a subir sus trabajos y a interactuar, cosa que en moodle no sucedía.

La retroalimentación era más efectiva al poder estar todos viendo lo que el profesor comentaba.

En cuanto a los comentarios de las encuestas sobre las opiniones del curso, en todos los casos los estudiantes manifestaron que les había gustado el aprender a trabajar con datos de la realidad, en los casos de las modalidades 2 y 3, fue un comentario realizado por más estudiantes que en la modalidad 1.

CONCLUSIONES

Como conclusión podemos decir que el uso de facebook mejoro notablemente tanto la cantidad de entregas del producto final como la calidad de los mismos. Usar facebook ayudó a que el profesor pudiera comunicarse mejor con el estudiante dándole una retroalimentación asertiva tanto en tiempo como en forma, lo

cual dio pie a que el estudiante pudiera corregir a tiempo su modelo matemático. También mejoro la interacción entre los estudiantes ya que se ayudaron entre ellos al encontrar similitudes en procedimientos al realizar su producto final.

En general se observo una clase mas encaminada a formar una comunidad de aprendizaje.

REFERENCIAS

- [1] Esteve, J. M. (2003). La tercera revolución educativa. *La educación en la sociedad del conocimiento*, 262. Barcelona, España: Paidós Ibérica
- [2] Batista, M. Á. H. (2009). Disponibilidad, uso y apropiación de las tecnologías por estudiantes universitarios en México: perspectivas para una incorporación innovadora. *Revista Iberoamericana de Educación*, 48(6), 4.
- [3] Salinas, J. (2004). Cambios metodológicos con las TIC. Estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. *Bordón*, 56(3-4), 469-481.
- [4] Llorens, Francesc; CAPDEFERRO, Neus (2011). «Posibilidades de la plataforma Facebook para el aprendizaje colaborativo en línea» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 8, n.º 2, págs. 31-45. UOC
- [5] Valls, R., & Munté, A. (2010). Las claves del aprendizaje dialógico en las Comunidades de Aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(1), 11-15.



ANÁLISIS MUSICAL DE LAS REACCIONES EMOCIONALES TAE (Trastorno del espectro autista), APLICANDO LA HERRAMIENTA ARDUINO.

Cinthia del C. Balam Almeida
Instituto Tecnológico Superior del
Sur del Estado de Yucatán
Oxkutzcab, Yuactán. 98880/
México.
044999189052
cinthia_220880@hotmail.co
m

David A. Áviles Poot
Instituto Tecnológico Superior del
Sur del Estado de Yucatán
Oxkutzcab, Yuactán. 98880/
México.
aviles07@hotmail.com

Adrián I. Moje Chim
Instituto Tecnológico
Superior del Sur del
Estado de Yucatán
Oxkutzcab, Yuactán.
98880/ México.
adrian_mojado@hot
mail.com

RESUMEN

El autismo es un grupo de trastornos del desarrollo cerebral, a los que se llama colectivamente el trastorno del espectro autista (TEA). Los niños con el TEA que aún no han desarrollado gestos o lenguaje con significado pueden simplemente gritar, sujetar o comportarse mal hasta que se les enseñen mejores maneras de expresar sus necesidades. A medida que estos niños crecen, pueden darse cuenta de su dificultad para entender a otros y para hacerse entender.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera. 6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Esta toma de conciencia puede causarles ansiedad o depresión. Por lo que la musicoterapia es un gran contribuyente a la terapia en personas autistas. Por lo que se desea diseñar un dispositivo que permita mejorar la calidad del TAE.

ABSTRACT

Autism is a group of developmental brain disorders, which are collectively called autism spectrum disorder (ASD). Children with ASD who have not yet developed meaningful gestures or language may simply scream, hold or misbehave until they are taught better ways to express their needs. As these children grow, they can realize their difficulty in understanding others and being understood. This awareness can cause anxiety or depression. So that music therapy is a major contributor to therapy in autistic people. So you want to design a device that will improve the quality of SAD.

Palabras Claves

TAE, Autismo, Musicoterapia, Arduino, Cubo Musical.

Keywords

TAE , Autism, Music Therapy , Arduino , Cube Musical

INTRODUCCIÓN

El **autismo** es la sombra que deja en el desarrollo una dificultad o imposibilidad para constituir ciertas funciones psicológicas cuyo momento crítico se extiende entre el año y medio y los 5-6 años.

Aunque el **síndrome del autismo** fue descrito por primera vez hace ya más de 50 años por Leo Kanner, La expresión “Trastornos Generalizados del Desarrollo”

(TGD), que incluye el Autismo clásico, el síndrome de Asperger, el síndrome de Rett, el Trastorno Desintegrativo y el Trastorno Generalizado del Desarrollo No Especificado, se ha utilizado para referir este amplio conjunto de alteraciones neuroevolutivas que comparten los mismos síntomas básicos propios del autismo. (López, 2016)

Por otro lado el autismo infantil es un trastorno que afecta el desarrollo cerebral normal de la comunicación.

Por lo que la terapia musical es una técnica a la cual los niños autistas responden muy satisfactoriamente, logrando una mejor relación interpersonal y social. Con la musicoterapia se logran trabajar ciertos aspectos como son: motricidad fina y gruesa, conciencia corporal, atención, comunicación no verbal, la ansiedad y la integración del canto y la música.

Estado del Arte.

La música es una forma de comunicación que puede ser libre de amenazas y calmante para el niño autista. Puesto que los niños autistas son hipersensibles a los estímulos externos, tienden a mostrar una fuerte afinidad para escuchar música y tocar instrumentos musicales. La musicoterapia expande esta conexión para utilizar la música como una herramienta fuerte de apoyo para habilidades del habla y un mejor contacto visual. También se puede utilizar en el fortalecimiento de otras áreas en la vida de un niño. Sigue leyendo para aprender más acerca de cómo utilizar la terapia de la música para ayudar a los niños autistas. (Contributor, 2012)

La interacción grupal dentro del contexto de la escucha musical puede enmarcar y favorecer conductas socializadoras. La tecnología puede ser un facilitador en este proceso: Dado el deterioro de algunos de estos pacientes es difícil mantener su atención. Se utilizan herramientas de DJ, para realizar variaciones y para mejorar la calidad del sonido con el fin de despertar el

interés de los pacientes que realicen la escucha. (Orellana, 2015)

La tecnología ha jugado un papel muy importante en la historia de la musicoterapia. Bien existe una preferencia clara en el uso de los instrumentos y medios sonoridades naturales.

Con la llegada de las famosas App (Aplicaciones) para móviles, como telefonía celular y tabletas, es que muchas personas empezaron a incluir estos tipos de soportes móviles en los tratamientos de las personas con TEA (Trastorno del Espectro Autista) y con ellas sus aplicaciones.

Como Musicoterapeuta me interesé en las Aplicaciones Musicales, con el fin de utilizarlas en los tratamientos, y como era de esperar, me encontré un una vasta cantidad de App, con lo cual realicé una sistematización en tres niveles, para por un lado tener un fácil acceso a las Aplicaciones a la hora de utilizarlas con fines terapéuticos y por otro lado facilitar la búsqueda a la comunidad de terapeutas interesados. (Admiraal, 2014)

Problemática

Actualmente existen infinidad de casos de niños y adolescentes que presentan problemas de aprendizaje, lenguaje y cuentan con capacidades diferentes, por lo que con ello existen varios tratamientos para estos casos especiales que se basan en medicarlos, dentro del desarrollo de estas intervienen la realización de sesiones de terapia. Hay diferentes tipos de tratamientos, terapias que se pueden aplicar en niños y adolescentes con estos problemas, de los cuales se pueden mencionar algunos inconvenientes en dichas aplicaciones como que algunos métodos o tratamientos no funcionan siempre para estos, pues poseen distintos tipo de aptitudes, por lo que es necesario buscar nuevas formas que se adapten para todo tipo de casos.

Para estos tratamientos uno de los más usados es la musicoterapia, sin embargo no existen estudios generales donde se indique el seguimiento y los tonos para la mejora de las personas con TAE.

Objetivo General.

Diseñar un dispositivo para mejorar los tratamientos de las personas con TAE.

Objetivos Específicos.

- Conocer las características de las personas con TAE.

- Identificar los elementos necesarios para el prototipo.
- Identificar los actores involucrados y las necesidades de estos.
- Diseño de la base de datos.
- Diseño de la interfaz.
- Conexión de la placa arduino.
- Configuración de los sensores.

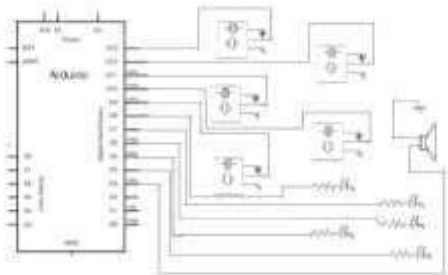
Solución

Lo que se propone como primera fase, para la mejora de las personas con TAE, es un cubo musical el cual está elaborado a base de tablas (triplay) para formar las caras del cubo, cada cara cuenta con un sensor de proximidad de luz esta permitirá que cuando una persona acerque la palma de la mano, el sensor la detectara y esta emitirá un sonido o melodía, De la misma manera cada cara del cubo contendrá una serie de luces (leds), estas se activaran y encenderán al ritmo de la música o sonido a emitir.

El control de todos estas funciones como lo son los sensores, las luces led y la emisión de sonido son controladas con la herramienta arduino.

Como materiales utilizados podremos encontrar una placa arduino UNO, tabletas protoboard, leds de diferentes colores para poder representar cada cara del cubo música, sensores de luz o proximidad y cables para realizar cada una de las conexiones necesarias.

Uno de nuestros primeros métodos utilizados fue realizando el cubo musical utilizando pequeños interruptores Switch, después de haber realizado las pruebas necesarias utilizando estos interruptores se decidió realizar pruebas con el uso de sensores esto facilitaría su uso, y sería más fácil y llamativo para estas personas en TAE.



1 Diseño de la Placa.

Diseño.

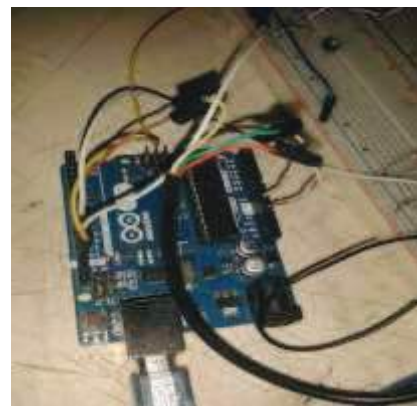
A continuación en la ilustración 1 se presenta el Diseño de cómo esta interconectado la placa arduino con los diversos sensores.

Código

Se trabajó con el entorno de arduino, para la simulación del diseño y funcionalidad de la placa.

Conexiones con la placa.

En las siguientes ilustraciones se podrá observar cómo se fueron realizando las primeras pruebas de la caja musical.



2 Conexión de la placa Arduino.

En la ilustración 2 podemos ver cómo se va conectando la placa arduino, para poder realizar las pruebas del funcionamiento, donde posteriormente en la ilustración 3, se muestra cómo está funcionando el sensor.



3 Conexión con Sensor de A proximidad.



4 Modelo de Prototipo

En la ilustración 4, se puede apreciar cómo está conformado el diseño de la caja musical.

Trabajos Futuros.

En la siguiente fase se desea complementar con el desarrollo del sistema para escritorio, app y web, en donde se registren los tiempos, tonos, de los avances de las personas con TAE. Para así darles una mejor calidad de vida, y tener un mejor control y registro de los avances.

En estos momentos nos encontramos trabajando el primer prototipo con un Centro que es la escuela TAMAYO, en la Cd. De Ticul Yucatán, en donde se cuenta con especialistas y personas con TAE, debido a que se tienen sesiones.

CONCLUSIONES

Como resultado final, se obtuvo un cubo musical con un buen funcionamiento que al momento de acercar la palma de la mano de una de las caras del cubo, esta emitirá un sonido y al mismo tiempo en cada cara podrán observar una iluminación diferente de acuerdo a los colores que para estas personas con autismo sientan más atracción hacia el cubo.

Para concluir se tiene que el autismo es un trastorno en el desarrollo de las funciones cerebrales en niños como en adolescentes, y gracias a la creación del cubo musical se brindará un tratamiento para estas personas que sufren del autismo (TAE) para ayudar a su desarrollo cerebral.

La musicoterapia es una de los métodos que se decidió utilizar porque ha sido comprobado que esta es uno de los métodos en tratamientos más utilizados para combatir los síntomas del estrés y la depresión, y esto nos lleva a que con la musicoterapia y la creación del cubo lograríamos atraer la atención de esas personas con autismo ya que ellas presentan demasiado ocio hacia las cosas y tienden a estar en estrés fácil mente.

Por otro lado se tiene que la tecnología es de gran importancia para el avance de la medicina y todas las áreas y por qué no aportar una herramienta que puede ser de gran utilidad para todos nosotros, ya que la musicoterapia puede ser usada igualmente en cualquier tratamiento y personas sin necesidad de ser TAE.

AGRADECIMIENTOS

Para el desarrollo de esta primera fase se necesitó de mucho esfuerzo y dedicación de diversas personas desde especialistas del Centro educativo Tamayo, de los USAERS de Ticul, que sin los especialistas y maestros esto no hubiera sido posible, igualmente de los compañeros Ginger Nic, Juan Mukul, Carlos Manzanero, que apoyaron a realizar los estudios y análisis para el proceso, de este desarrollo, igualmente a nuestra institución y directivos por el apoyo y confianza en este proyecto.

REFERENCIAS

- Admiraal, M. (21 de Agosto de 2014). *TECNO y TEA*. Obtenido de <http://tecnoytea.com/tag/musicoterapia/>
- Contributor, E. (8 de Octubre de 2012). *Cómo utilizar la musicoterapia para ayudar a los niños autistas*. Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/utilizar-musicoterapia-ayudar-ninos-autistas-como_153941/
- López, L. L. (2016). *Autismo y Musicoterapia*. Obtenido de <http://www.lamusicoterapia.com/musicoterapia-y-autismo/>
- Orellana, S. (17 de Febrero de 2015). *Terapia Musical*. Obtenido de <http://www.terapiamusical.es/tecnologia-y-musicoterapia/>



ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA UNA INMOBILIARÍA

Ángel Armando Ríos García
UAEM-UAP Nezahualcóyotl
Av. Bordo de Xochiaca s/n
52151126426 Ext. 7982
angel.armrg@hotmail.com

Liliana Rodríguez Páez
UAEM-UAP Nezahualcóyotl
Av. Bordo de Xochiaca s/n
52151126426 Ext. 7982
crodriguezp@uaemex.mx

Ricardo Rico Molina
UAEM-UAP Nezahualcóyotl
Av. Bordo de Xochiaca s/n
52151126426 Ext.7982
rricom@uaemex.mx

RESUMEN

Las tecnologías de la información han ayudado en muchos rubros, en diferentes tipos de empresas en sus diversos departamentos, su aplicación implica llevar a cabo un análisis completo del área o departamentos involucrados, que a su vez no se vea afectado los procesos de flujo de trabajo dentro de la misma. Es por eso que el que en este trabajo se desarrolló y se implementara un sistema de información que permita llevar a cabo y con mayor eficiencia la facturación, aplicando para esto metodologías, técnicas y herramientas adecuadas para el desarrollo del sistema de información.

ABSTRACT

Technology Information have helped in many areas, in different types of companies in their departments, the application implications are a comprehensive analysis of the area or departments involved, that could not affect the processes workflow within it. For that reason in this work development an information system (IS) that will promote with efficiency the billing. It required to use methodologies, techniques and tools appropriate for information system is implemented.

Categorías y Descriptores Temáticos

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Sistema de Información: sistemas de gestión de datos

Términos Generales

Ingeniería de Software

Palabras clave

Sistema de información, calidad, metodología

Keywords

Information System , Quality, Methodology

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tecnología y el uso de Sistemas de Información (SI) han sido de gran utilidad para las empresas cuando se trata de acceder a ventajas competitivas y comparativas independientes del tipo de servicio que se ofrezca, la calidad es fundamental para lograr la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente [1]. Para ello es necesario cumplir con ciertos estándares.

Dentro de los estándares para la evaluación de la calidad del software, se encuentran las normas ISO 9000 [2], CMMI (Capability Maturity Model Integration) [3]. Por otra para los sistemas de información en Latinoamérica son aplicados a las micro, pequeñas y medianas empresas basados en las normas ISO/IEC 12202:2002 estos estándares internacionales, han tratado de determinar y categorizar las características que deben cumplir todo producto de software para ser considerado de calidad, las cuales son fáciles de utilizar en poco tiempo y con pocos recursos [4].

Dado que la información es considerada como el recurso más importante de la empresa aunado al capital humano, se hace necesario generar estrategias que promuevan e incrementen la productividad e impulsen la generación de nuevas alternativas de tecnológicas que conlleva una seria de estrategias para realizar el diseño y consecuentemente la implementación del sistema información [5].

El desarrollo de un sistema de información implica un grado de complejidad de acuerdo a lo que se esté orientado así, como a la importancia que se le da al cliente para lograr un sistema exitoso [6].

OBJETIVO

Diseñar, desarrollar e implementar un sistema de información que permita llevar a cabo y con mayor eficiencia la facturación, aplicando para esto metodologías, técnicas y herramientas adecuadas para el desarrollo del SI.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Este trabajo propone el análisis y diseño de un sistema de información para apoyo a la facturación de una empresa, perteneciente al sector inmobiliario. Para ello se utilizó la metodología de Sistemas de Información Basados en Computadoras (SIBC), demostrando su potencial en el diseño de sistemas de información.

El ciclo de vida de un sistema de información es un enfoque por fases del análisis y diseño que sostiene que los sistemas son desarrollados de mejor manera mediante el uso de un ciclo específico de actividades del analista y del usuario.

Según James [7], existen tres estrategias para el desarrollo de sistemas: el método clásico del ciclo de vida de desarrollo de sistemas, el método de desarrollo por análisis estructurado y el método de construcción de prototipos de sistemas. Cada una de estas estrategias tiene un uso amplio en cada una de los diversos tipos de empresas que existen, y resultan efectivas si son aplicadas de manera adecuada.

A continuación se describirá brevemente las tres fases que componen un SIBC [8]. Como se muestra en la figura 1.

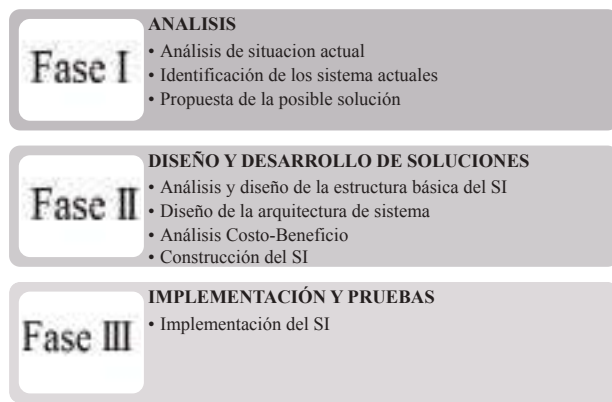


Figura 1. Representación general de la Metodología propuesta Tomado y adaptado [4]

Fase I. Análisis

En esta fase se deben identificar las necesidades y los elementos de la organización, además de la identificación de los sistemas actuales, funciones y procesos correspondientes al área de contabilidad para ello se usó la técnica tabla sistémica.

Por otra parte, se plantea la propuesta de la posible solución, así como la información detallada del problema, las diferentes actividades y los tiempos de trabajo.

Fase II. Diseño y desarrollo de soluciones

En esta fase se revisa que se ha obtenido o en su defecto realizar o completar las propuestas realizadas. Además de crear el diseño de la arquitectura del sistema (figura 1.2). Aunado al análisis costo – beneficio donde permitirá no solamente fijar prioridades entre diferentes problemas a resolver si no también la solución del problema específico. Que permita hacer la construcción del SI. Para la construcción de la base de datos se utilizará el manejador de base de datos (MySQL) y el que definirá las características del software que se desarrollará en JAVA.

Fase III. Implementación y pruebas

Por último se hace la implantación de sistema, tiene que ver en principio con las condiciones de hardware y software, posteriormente se realizan pruebas necesarias al sistema hasta tenerlo completamente operacional. En otras palabras es la aplicación real del sistema de facturación.



Figura 1.2. Diagrama de arquitectura del sistema propuesto (Elaboración propia, 2016)

RESULTADOS

Las tres fases del SI: Análisis, Diseño y desarrollo de soluciones, e Implementación y pruebas fueron estructuras dentro del sistema, el cual está concluido.

- Actualmente, se encuentra en la fase de implementación y pruebas, se están haciendo las correcciones adaptándolas de acuerdo a las necesidades del usuario.
- Se corrieron pruebas con la información concerniente al listado de clientes a la fecha.
- Se desarrolló el manual de usuario y el manual técnico del sistema.

A continuación se muestran algunas pantallas relevantes del sistema, junto con su fragmento de código (figuras 2-7):



Figura 2. Pantalla de acceso al sistema, al término de ésta aparece el cuadro principal del sistema (Elaboración propia, 2016)

```
String sql ="SELECT * FROM Acceso WHERE usuario=
"+user+" ' && pass="+pass+"";
String cap ="";
try {
    Statement st = cn.createStatement();
    ResultSet rs = st.executeQuery(sql);
    while(rs.next()){
        cap = rs.getString("tipo");
    }
    if(cap.equals("admin")){
        this.setVisible(false);
        JOptionPane.showMessageDialog(this, "bienvenido");
        agragarusuarios c = new agragarusuarios();
        c.setVisible(true);
        c.pack();
    }
}
```

La figura 3 pantalla principal de acceso al sistema muestra las diferentes ventanas disponibles.



Figura 3. Pantalla principal de acceso al sistema (Elaboración propia, 2016)

```
private void
 jMenuItem2ActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    FacturaImp abrir2 = new FacturaImp();
    abrir2.setVisible(true);
    dispose();
}
private void
 jMenuItem2MouseClicked(java.awt.event.MouseEvent evt) {
```

```
FacturaImp abr = new FacturaImp();
abr.setVisible(true);
dispose();
}
```

La figura 4, muestra la pantalla de crear clientes nuevos, eliminar, y guardar. Además tiene la opción de actualización de datos.



Figura 4. Pantalla clientes (Elaboración propia, 2016)

```
try{
    tele = Integer.parseInt(tele.getText());
    CodP = Integer.parseInt(cp.getText());
    st = cx.createStatement();
    rs = st.executeUpdate("Insert Into Clientes VALUES
("+tele+"','"+RFC+"','"+Dom+"','"+ciu+"','"+nomCliente+"
+ "','"+CodP+"')");
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"Datos
Ingresados
Correctamente", "Aviso",JOptionPane.INFORMATION_MESSA
GE);
    st.close();
    cx.close();
    mostrardatos("");
}
catch(SQLException ex){
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"Posible
duplicacion de datos", "Error",JOptionPane.ERROR_MESSA
GE);
}
```

La pantalla de facturación, donde el usuario puede modificar, ingresar y consultar los datos (figura 5).



Figura 5. Pantalla Factura (Elaboración propia, 2016)

```
try{
    st = cn.createStatement();
    rs = st.executeUpdate("Insert into Factura VALUES ('"+ fol+
    "','"+CC+"','"+f+"','"+dom+"','"+
    + "          '"+ciu
    + "          '"+clien+"','"+cant+"','"+des+"','"+uni+"','"+imp+"','"+
    + "          '"+sub+"','"+iv+"','"+tol+"','"+impl+"')");
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"Datos Ingresados
    Correctamente","Aviso",JOptionPane.INFORMATION_MESSA
    GE);
    st.close();
    mostrardatos();
    limpiar();
}
catch(SQLException ex){
    JOptionPane.showMessageDialog(null,"Posible
    duplicacion de datos","Error",JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
}
}
```

Una vez que se han ingresado los datos de la factura (figura 5) se despliega el formato de impresión que permite guardar en formato PDF e imprimir (figura 6).



Figura 6. Pantalla de impresión de factura (Elaboración propia, 2016)

```
try{
    PrinterJob print = PrinterJob.getPrinterJob();
    print.setPrintable(this);

    boolean top = print.printDialog();/*ejecuta al dialogo de
    la impresion*/
    if(true){ /*se imprime solo si das en aceptar*/
        print.print();
    }
}
catch(PrinterException pex)
{
    JOptionPane.showMessageDialog( null,"Error al
    imprimir","Error"+pex,JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
}
```

Entre otras pantallas que despliega el sistema se encuentra la de recibo de consignación de inmueble para la administración (Figura 7).



Figura 7. Pantalla recibo de consignación (Elaboración propia, 2016)

```
try{
    PrinterJob print = PrinterJob.getPrinterJob();
    print.setPrintable(this);

    boolean top = print.printDialog();
    if(true){ /*se imprime solo si das en aceptar*/
        print.print();
    }
}
catch(PrinterException pex)
{
    JOptionPane.showMessageDialog( null,"Error al
    imprimir","Error"+pex,JOptionPane.ERROR_MESSAGE);
}
```

CONCLUSIONES

Cabe mencionar que este proyecto se encuentra en la fase de implementación y se corren algunas pruebas de instalación en el área de contabilidad de la inmobiliaria, se están realizando algunas facturas y recibos de consignación acordes a los

requerimientos y necesidades de los usuarios en el primer semestre del año 2016.

La información que genere el sistema va a facilitar el trabajo de otros departamentos tales como: administración y la propia gerencia para que se tengan en forma oportuna la relación de facturas de clientes y propietarios.

Como se observa, en cada una de las fases que componen la metodología utilizada: el analizar, diseñar y construir, implementar y realizar pruebas parcial y totalmente lleva a mejorar en forma continua y permite gestionar completamente una(s) solución(es) a un problema de un Sistema de Información Basado en Computadora (SIBC) (o no) en los contextos de las áreas de Tecnologías de la Información y Comunicación. Teniendo una visión sistémica y sistemática de la empresa y además permitió evidenciar claramente las necesidades de los usuarios.

AGRADECIMIENTOS

Los autores, agradecen a la Universidad Autónoma del Estado de México y en particular a la Unidad Académica Profesional Nezahualcóyotl por sus recursos económicos.

REFERENCIAS

[1] Martínez, Marle., Prieto, A., 2004, Sistemas de información en las organizaciones: Una alternativa para mejorar la productividad gerencial en las pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, pags. 322-337

- [2] SEI., 2002, Capability Maturity Model Integration (CMMI), Version 1.1, Carnegie Mellon University and Software Engineering Institute, Pittsburgh
- [3] Pino J., F, García, F. enero 2005 Adaptación de las normas ISO/IEC 12207: 2002 e ISO/IEC 15504: 2003 para la evaluación de la madurez de procesos software en países en desarrollo. Obtenido de: <https://www.researchgate.net/publication/221595530>
- [4] Rodríguez, Páez, L., Rico Molina, R., 2013, Sistema de información para el apoyo a la facturación del Taller de Mantenimiento Mecánico Industrial Rico, *Vinculos* Volumen 10, págs. 401-416
- [5] García Mireles, G. A., Rodríguez Jacobo, J., 2001, Aplicación del modelado de procesos en un curso de ingeniería de software, *REDIE* Volumen 3, 20-45
- [6] Gutiérrez Cruz, D., Rodríguez Páez, L., 2014, Sistema de Información como apoyo al departamento de planeación, *Vinculos* Volumen 11, págs. 43-54
- [7] Johnson James, L., 2009, Bases de datos, modelos, lenguajes, diseño, Oxford, University, Press, México, S. A de C.V.
- [8] Galindo, L. 2009, Análisis y Diseño de Sistemas de Información, en revisión para su publicación por Pearson Education (Prentice-Hall Addison Wesley). México, D.F.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016
Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=sNDiLj6RzqE>

ARQUITECTURA EN LA NUBE PARA ELECTROCARDIOGRAMAS IMPLEMENTADOS EN LA ROPA

Iván Eduardo Blanco
Almazán
Instituto Politécnico Nacional
Av. Juan de Dios Bátiz Col.
Lindavista. Ciudad de México.
Número de teléfono y código
internacional
iblancoa1600@alumno.ipn.
mx

Rodolfo Romero Herrera
Instituto Politécnico Nacional
Av. Juan de Dios Bátiz Col.
Lindavista. Ciudad de México.
Número de teléfono y código
internacional
rodolfo_rh@hotmail.com

Jesús Yalja Montiel Pérez
Instituto Politécnico Nacional
Av. Juan de Dios Bátiz Col.
Lindavista. Ciudad de México.
Número de teléfono y código
internacional
yalja@ipn.mx

RESUMEN

En este trabajo se expone una arquitectura para cómputo en la nube para un sistema de almacenamiento de electrocardiogramas. La propuesta de solución es útil para la telemedicina, y sirve de apoyo a aquellas personas que requieren de un monitoreo constante de la función cardiaca. Se usa una camiseta como wearable que debido a los requerimientos de movilidad se pensó en el uso de un electrocardiógrafo portátil que posea un soporte de transmisión de datos obtenidos para su almacenamiento en la nube, manteniendo la seguridad de los mismos para posteriores consultas, contingencias y actualizaciones de manera dinámica, llevando un seguimiento para su tratamiento posible evaluado por un profesional.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

ABSTRACT

This paper presents architecture for computing in the cloud that is exposed to storage system electrocardiograms. The proposed solution is useful for telemedicine, and provides support for those who require constant monitoring of cardiac function. A shirt like wearable is wear because mobility requirements for this reason was thought of using a portable electrocardiograph that has a storage medium data for storage in the cloud computer while maintaining the safety of themselves for future reference, contingencies is used and updates dynamically, by monitoring for possible treatment evaluated by a professional.

Categorías y Descriptores Temático

Computer systems organization: Distributed architectures, Cloud Computing.

Términos Generales

Electrocardiograma, Computo en la nube, Arquitectura.

Palabras Clave

Soporte en la nube, telemedicina, electrocardiograma portátil.

Keywords

Cloud support, telemedicine, portable electrocardiogram.

INTRODUCCION

Las tecnologías de la información han crecido a lo largo de los últimos años de manera significativa, sobre todo en el ámbito de la computación móvil. Esto ha beneficiado a diversos sectores sociales como la educación, medicina, ingenierías, biología, astronomía, entre otros sectores.

En la medicina ha surgido el concepto de telemedicina que implica a aquellos servicios de salud a distancia usando nuevas tecnologías de la comunicación, donde dicha distancia es un factor crítico para el profesional de la salud [1]. Gracias a la telemedicina se ha podido llegar a diversos lugares en donde el acceso a los servicios de salud es casi nulo, ya sea por las condiciones geográficas, ambientales o económicas, mediante diversos sistemas comerciales.

Los sistemas comerciales tanto públicos como privados para el uso de la telemedicina, se ubican principalmente en países de Sudamérica, Europa, algunos países asiáticos, Estados Unidos, Canadá y en escasa medida en México. En estos lugares se emplean intermediarios que no están calificados para interpretar los resultados. Este problema se acrecienta al tener una comunicación donde el procesamiento de los datos es poco efectivo a la hora de transmitir a la nube la información pertinente.

En los últimos años, se han desarrollado diversos sistemas usando el computo en la nube; computación basada en recursos elásticos y compartidos, que se distribuyen de manera controlada a través de tecnologías web para poder compartir datos, cálculos y servicios de manera transparente, entre usuarios, lo que ha facilitado en el campo de la salud, el diagnósticos, tratamientos y educación de futuros médicos [2] [3], pero a pesar de esto muchos pacientes necesitan ya sea por algún padecimiento que tengan o por cuestiones de monitoreo y control, un seguimiento oportuno y minucioso que desencadena en visitas largas, exhaustivas.

Datos obtenidos por la OMS (Organización Mundial de la Salud) reflejan que de las defunciones presentadas en el año 2013 en países de medianos y bajos recursos, el 37% de las personas presentaba alguna enfermedad cardiovascular [10].

Existen diversos programas de computadora que se ayudan de sensores para la medición de las señales eléctricas del corazón, estos se pueden encontrar tanto en dispositivos móviles como en dispositivos fijos en clínicas y hospitales, siendo los últimos más exactos, mientras que los segundos funcionan para monitoreo temporal del paciente. En cualquiera de los dos casos no se lleva un seguimiento como tal, debido a que se prescinde de la colocación de algunos sensores, con tal que la señal sea básica.

Pero así como existen los glucómetros que son para uso personal del paciente con diabetes; no se tiene desarrollado al 100% un dispositivo portátil para la medición cardiaca en aquellos pacientes que necesitan un monitoreo constante, y que por cuestiones de diversa índole no pueden separarse de sus actividades cotidianas. Existen sistemas móviles descargables mediante las diferentes tiendas como Play Store de Google que fueron desarrolladas por terceros, pero solo con una mínima referencia de la visualización de un electrocardiograma comparado con el de una clínica. Al analizar dos de estas aplicaciones encontradas, se observó que poseen diversas formas

de mostrar la señal requerida; sin embargo, no está completa y no se asegura que sea una señal confiable ni viable para alguna posible contingencia y más aún en pacientes en donde su monitoreo debe de ser constante.

Las aplicaciones utilizan los sensores integrados en el dispositivo móvil; es decir, mientras uno se ayuda del sensor de movimiento, el otro utiliza la cámara posterior como sensor, obteniendo en ambos las pulsaciones por minuto y la que parece ser la representación gráfica de la señal eléctrica del corazón, pero en realidad es la representación gráfica de la frecuencia cardiaca por minuto. El médico general, menciona que las aplicaciones son poco viables y fiables debido a que la señal cardiaca es más completa y no tan simple como lo muestra la gráfica de la aplicación.

Otro aspecto es que la respiración causa interferencia en la medición (si no está colocada como en algún electrocardiograma real), dando como resultado que al inhalar, la aplicación lo reconoce como pulsación, por lo que se acelera y al exhalar lo ocurre lo contrario, por último al colocarlo del lado contrario al corazón no registra nada.

OBJETIVOS

Generar un arquitectura basado en computo en la nube que permita el manejo de diferentes electrocardiogramas implantados en ropa para el monitoreo continuo del paciente.

METODOLOGIA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Telemedicina

La telemedicina (Practica de la medicina para el cuidado a distancia, interactuando con datos de comunicación, audio, video, etc [4]) es una herramienta que en los últimos años ha sido de gran importancia y ayuda al llegar aquellos lugares en donde existe dificultades para que los servicios de salud; así como existe ausencia de personal calificado para la interpretación y oportuno diagnóstico.

Dentro de la medicina se tienen otras áreas en donde la telemedicina trabaja de manera continua como cardiología, neurología, dermatología, odontología, entre otras, inclusive es de gran ayuda en cuanto al seguimiento de algunas enfermedades en donde se debe de tener un historial lo más reciente para determinar la evolución de dicho padecimiento, tal es el caso de la diabetes, enfermedades cardiovasculares, infartos, hipertensión, por mencionar algunas.

La telemedicina ha sido fundamental en los diagnósticos y tratamientos de personas a nivel mundial no solo de manera local dentro de redes hospitalarias, también lo ha sido en sectores donde la población no posee los recursos para desplazarse grandes distancias, esta característica hace a la telemedicina una herramienta tecnológica en auge con mayor impacto día con día; beneficiando en gran medida al paciente, en comparativa con la medicina convencional; en contraposición la telemedicina brinda el servicio a distancia como lo haría una clínica convencional a un bajo costo [5]

El Electrocardiograma

Un electrocardiograma es una gráfica especial o diagrama que representa la actividad eléctrica del músculo cardiaco en referencia al tiempo-tensión de los latidos del corazón, como la mostrada en la figura 1 donde el especialista puede visualizar desde algún crecimiento anormal de alguno de los nódulos del corazón, hasta el daño que se posee por alguna enfermedad o posible infarto en proceso [6].



Figura 1.- Electrocardiograma.

Un electrocardiograma recupera la señal eléctrica del corazón y la interpreta de manera gráfica mediante ondas que van desde la onda P, hasta la onda T [7]:

- La Onda P es la despolarización de las aurículas del corazón, antes de la contracción.
- La Onda QRS o complejo QRS es la despolarización de los ventrículos antes de su contracción.
- La onda T es cuando los ventrículos recuperan su estado de despolarización y tiene un tiempo de 0.25 a 0.35 segundos.
- La Onda P y el Complejo QRS es la despolarización del músculo cardiaco.
- La Onda T representa la repolarización.

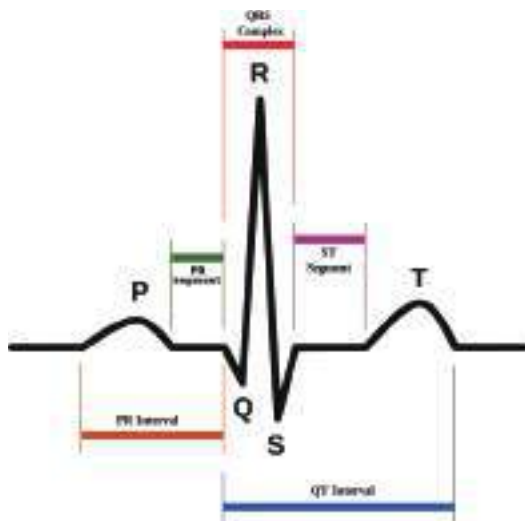


Figura 2.- Ondas Cardiacas

Colocación de Sensores (El wearable)

El corazón produce corrientes eléctricas, las cuales están distribuidas por todo el cuerpo lo que facilita la grabación adecuada de las señales; y ya que el cuerpo trabaja como un conductor de electricidad, es factible la realización de electrocardiógrafos de manera sencilla [6].

Para que la adquisición de datos usando electrodos sea correcta, se deben colocar a cierta distancia del corazón brazos, piernas, y pecho y ser capaz de detectar la tensión cardiaca. La manera habitual de obtener los voltajes del corazón es con las 12 derivaciones del ECG (Electrocardiograma) que son necesarios para capturar el evento completo [6].

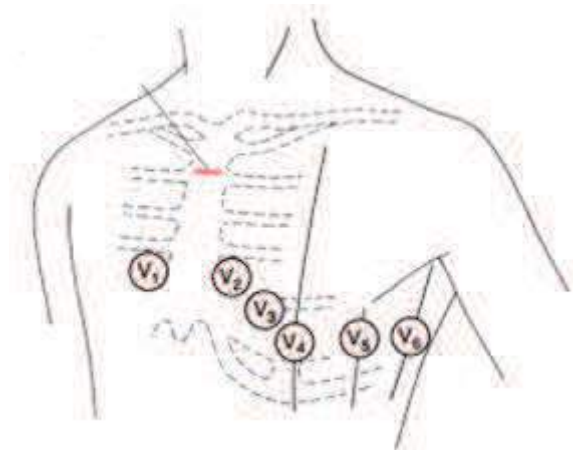


Figura 3.- Colocación de Electrodo precordiales, copyright [6].

Para realizar la medición, se colocan 4 electrodos, uno en cada extremidad, esto con el fin de evitar alguna alteración o interferencia. Posteriormente se procede a colocar los electrodos precordiales de la siguiente forma.

- **V1:** En el borde derecho del esternón.
- **V2:** En el borde izquierdo del esternón.
- **V3:** A la mitad entre los electrodos V2 y V4.
- **V4:** En la línea medio-clavicular (baja desde el punto medio de la clavícula).
- **V5:** En la misma línea horizontal que el electrodo V4, pero en la línea axilar anterior (baja desde el punto medio entre el centro de la clavícula y su extremo lateral).
- **V6:** En la misma línea horizontal que los electrodos V4 y V5, pero en la línea medioaxilar (baja desde el centro de la axila).

Se empleo los electrodos mostrados en la figura 4. Estos poseen medidas de 24 pulgadas de largo conectados a un conector audiojack estándar de 3.5milímetros para referencias en el receptor de sensores biomédicos en un conjunto de 3.



Figura 4.- Electrodo para Electrocardiograma.

En base a lo comentado y de las dos propuestas que se tiene, se descartó en un principio el uso de una pulsera para la recepción de la señal cardíaca dejando como opción el uso de electrodos en una playera de licra, siguiendo el protocolo de colocación de los electrodos mencionado y las indicaciones que se requieran por parte del médico a cargo, esto es debido a que al estar más cerca del músculo cardíaco, se tiene una medición más cercana a la realidad, en especial para aquellos pacientes que necesiten tener un monitoreo constante sin descuidar aspectos importantes de su vida cotidiana.

Computo en la Nube

Una parte importante es el cómo obtener un electrocardiograma y es por eso que es necesario el uso de electrodos.

Todo esto ha sido posible gracias a diversos sistemas que hacen uso de ella, pero ¿En dónde va a terminar esa información? la información de los dispositivos recae en discos de almacenamiento para su traslado a un centro de salud donde se practica el electrocardiograma, y donde es visualizado, o algunos se apoyan en el uso de cámaras web para su interpretación a distancia; por lo que, muchas veces los tiempos del especialista no coinciden con los del paciente. Son estas razones por las cuales se buscaron alternativas y se llegó a la realización de una base de datos utilizando el computo en la nube ya que permite al especialista el acceso a distancia de los electrocardiogramas realizados por a sus pacientes, brindando movilidad a distancia para que de esta manera el diagnostico que pueda realizarse no se demore y sea casi inmediato para brindar el tratamiento adecuado.

El computo en la nube es una red virtual privada que posee distintos tipos de servicios, donde el procesamiento de datos se realiza en una locación no física, lo que permite una comunicación móvil desde cualquier dispositivo que tenga acceso a internet, esta red posee un conjunto de recursos que se pueden asignar con un mínimo de esfuerzo [8] [9].

El servicio que se utiliza en la nube es el almacenamiento de registros mediante el uso de una base de datos, la cual recibe la trama de cada electrocardiograma que este en la red para su

posterior análisis por parte del médico a cargo. Por supuesto que también se debe agregar la información general como el nombre, domicilio, teléfono; en donde se pueda localizar al paciente y englobar con su estudio continuo.

La arquitectura

El diseño de la figura 5, busca atacar la problemática de la interacción entre los sensores y los dispositivos móviles, de igual forma la conexión de manera inteligente a la nube para la transmisión de datos.

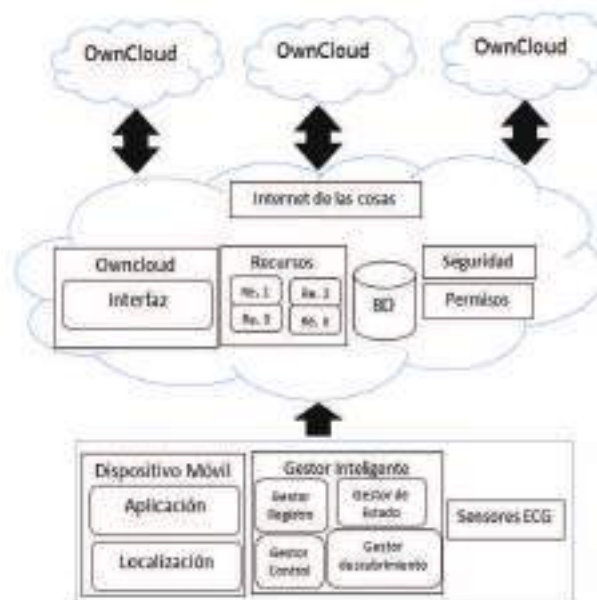


Figura 5.- Arquitectura del Sistema.

La arquitectura propuesta está basada en tres capas interconectadas, apoyándose en distintos módulos con tareas específicas.

La primera capa se encarga del uso de sensores (ropa con los electrodos) que se comunican usando un dispositivo móvil para interactuar desde una aplicación que registra cada uno de los eventos en el sistema Android.

Los servicios necesarios contemplados en la aplicación para su funcionamiento tiene cuatro etapas: Inicialización, Ejecución, Detención y Destruir. Las etapas de Inicialización y Ejecución, corresponden a la asignación de los recursos, mientras que las etapas de Detención y Destrucción liberan los recursos que se solicitaron en las etapas de Inicialización y Ejecución.

Los sensores ECG están de acuerdo a los requerimientos necesarios. Dentro del dispositivo móvil, los recursos están dirigidos a la aplicación encargada de la interacción entre los sensores y la localización del dispositivo para el envío de la información una vez que haya sido procesada. El Gestor Inteligente será el encargado de integrar y administrar los datos dentro de un pequeño espacio, de manera que sea registrado y almacenado para su posterior gestión. Su principal funcionalidad es dividir y vincular, la información que se tiene [11].

En la segunda capa se envíen los datos al servidor que vive en la nube, cuidando del tiempo de subida de los archivos obtenidos, ya que como podemos ver en la Figura 6, al incrementar el tamaño de los archivos, estos tienden a perder información y dilatar la transmisión de los mismos, por lo se debe tener cuidado con el tráfico y colisiones que pudiesen presentarse. La tabla 1 muestra algunos de los tiempos en la comunicación para envío de datos.

Tabla 1. Envío de datos. Tiempos de subida para los archivos biomédicos a través de UDP y TCP sobre GPRS, copyright [12].

Protocolo	Tamaño del Archivo (Kb)	Tasa de Pérdida (%)	Retardo de Subida (s)
TCP	1	18	3,23
	2	16	5,25
	3	22	6,43
	4	33	7,11
	5	32	7,93
UDP	1	5	2,33
	2	1	1,21
	3	0	1,28
	4	2	1,17
	5	1	1,23

Los envíos fueron realizados a intervalos de 5 s y en todos los casos la tasa de error en la entrega fue de 0%.

En la segunda capa encontramos al Internet de las Cosas el cual será nuestro escucha entre los datos que se tengan y la nube. Básicamente al realizar la conexión, los eventos generados se almacenaran teniendo una colección de datos de todos los dispositivos para sus posteriores consultas y actualizaciones dentro de un registro único del usuario y de su información más relevante. Esta información esta temporalmente almacenada hasta que se deposite en un repositorio, el cual tendremos gracias a las características del servidor. El servicio de la base de datos se obtendrá a partir de OwnCloud, del cual por medio de su interfaz, se puede administrar tanto los servicios que se necesitan como las direcciones web que se requieren para el almacenamiento correcto de los archivos enviados. Otros aspectos que se poseen en esta capa es la seguridad y los permisos para el correcto almacenamiento de los datos; La seguridad y los permisos es de suma prioridad ya que los datos correspondan al usuario que los está emitiendo y el este consciente de lo que se almacena en su repositorio, si esto no llega a ser así el riesgo de robo de identidad informática es alto [11].

En la tercera capa se localiza el servicio de la nube donde se emplea el servidor Owncloud, el cual entre sus características están la flexibilidad, adaptabilidad, seguridad y compatibilidad con los dispositivos móviles y dispositivos fijos, además de poseer acceso mediante el sistema operativo Windows y Linux. Esta capa posee retroalimentación con la segunda capa, permitiendo almacenar los datos, actualizarlos y consultarlos, dando pie a que sea requerido el uso de diversos algoritmos computacionales para tener un mayor desempeño.

RESULTADOS

Se obtuvo un sistema wearable que permite portar un electrocardiograma portátil en un camiseta de lycra donde se implantadas electrodos para la medición de señales del corazón; por lo que se implementan como sensores dentro de una arquitectura que las considera como internet de las cosas.

Se obtiene la arquitectura para computó en la nube del sistema completo de monitoreo de las camisetas (Sensores). Resultando adecuada para el almacenamiento de archivos de electrocardiogramas que pueden ser analizados por los médicos especialista.

Las pruebas realizadas al sistema permiten garantizar el almacenamiento de información de manera oportuna e inmediata por parte de los médicos especialistas.

CONCLUSIONES

Se implemento con éxito una arquitectura de computó en la nube para el registro y almacenamiento en una base datos de electrocardiogramas.

Se desarrollo un diseño de wearable mediante una camiseta junto con un celular o tablet para el registro de los electrocardiogramas y su posterior envío.

De la información recabada, es posible mejorar la transmisión de datos, utilizando dicha propuesta, debido a la distribución del modelo de tres capas. Este modelo nos permite asignar en cada capa múltiples tareas y asignaciones necesarias para la correcta ejecución, permitiendo no cargar toda la información de ejecución y transmisión al dispositivo móvil y a la nube en una sola sesión y que sea distribuida en diferentes tareas.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y a la Escuela Superior de Cómputo por brindar el apoyo para la realización de este proyecto, así como del uso de sus instalaciones.

REFERENCIAS

- [1] Secretaria de Salud, CENETEC, «Conceptos de Telemedicina,» WebMaster, 29 04 2015. [En línea]. Available: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/contenidos/telesalud/conceptos.html>. [Último acceso: 07 04 2016].
- [2] Oracle, «Oracle Cloud,» Oracle, Integrated Cloud Applications & Plataform Services, 07 04 2016. [En línea]. Available: <https://cloud.oracle.com/home>. [Último acceso: 07 04 2016].
- [3] X. W. B. a. H. J. Wang, «Cloud computing and its key techniques,» de *Computer Science and Automation Engineering (CSAE), 2011 IEEE International Conference on*, Shanghai, 2011.
- [4] D. Hailey, R. Roine y A. Ohinmaa, «Systematic

- review of evidence for the benefits of telemedicine,» de *J Telemed Telecare*, vol. VIII, EEUU, National Institutes of Health, 2002, pp. 1-7.
- [5] J. M. Vergeles-Blanca, «La Telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas,» *Internet y las nuevas tecnologías*, pp. 59-61, 2011.
- [6] A. L. Goldberger, Z. D. Goldberger y A. Shvilkin, Goldberger's Clinical Electrocardiography. A simplified Approach, Philadelphia: Elsevier Saunders, 2013.
- [7] Texas Heart Institute , «Centro de Informacion Cardiovascular,» WebMaster, 01 Octubre 2015. [En línea]. Available: http://www.texasheart.org/HIC/Topics_Esp/Diag/diek_g_sp.cfm. [Último acceso: 30 Marzo 2016].
- [8] J. Y. y M. K., «Cloud computing - concepts, architecture and challenges,» de *Computing, Electronics and Electrical Technologies (ICCEET), 2012 International Conference on*, Kumaracoil, 2012.
- [9] National Institute of Standards and Technology, «Computer Security Resource Center,» U.S. Department of Commerce, 05 04 2016. [En línea]. Available: <http://csrc.nist.gov/>. [Último acceso: 07 04 2016].
- [10] Organización Mundial de la Salud, «Enfermedades Cardiovasculares,» OMS, 1 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>. [Último acceso: 05 04 2016].
- [11] S. C. Mukhopadhyay, Internet of Things Challenges and Opportunities, Switzerland: Springer, 2014.
- [12] R. M. F. A y W. B., «Bluetooth Telemedicine Processor for MultiChannel Biomedical Signal Transmission Via Mobile Cellular Networks,» *IEEE TRANSACTIONSONINFORMATIONTECHNOLOGY IN BIOMEDICINE*, 2005.



Diseño e implementación de un laboratorio de acceso remoto colaborativo de robótica móvil

Eric Rodríguez
Universidad Autónoma de Guerrero
Av Lázaro Cárdenas S/N
Ciudad Universitaria
+52 1 747 117 3636
erodriguez@uagro.mx

Uzziel Q. Castañeda
Universidad Autónoma de Guerrero
Av Lázaro Cárdenas S/N
Ciudad Universitaria
+52 1 747 1606450
uqc29@hotmail.com

RESUMEN

Este documento describe el desarrollo de un laboratorio remoto de robótica móvil que servirá como una herramienta de apoyo a unidades de aprendizaje como robótica inteligente, programación e inteligencia artificial. La herramienta utiliza un robot tipo diferencial que puede ser programado utilizando el lenguaje de programación Java. El laboratorio puede ser accesado a través de una página Web haciendo uso de cualquier sistema operativo y desde cualquier área geográfica que cuente con una conexión de Internet de alta velocidad. Se propone un entorno educativo e innovador que utiliza Internet para interactuar con equipos reales de manera remota, de esta manera se pueden diseñar diversas actividades para resolver problemas en colaboración con diferentes usuarios remotos y así permitirles tener un papel más participativo.

ABSTRACT

This paper describes the development of a remote mobile robotics lab that will serve as a tool to support learning units as intelligent robotics, and artificial intelligence

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

programming. The tool uses a differential type robot that can be programmed using the Java programming language. The laboratory can be accessed via Web page using any operating system and from any geographical area that counts with a high speed Internet connection. An innovative educational environment, that uses Internet to interact remotely with real equipment is proposed, in a way that you are able to solve problems in collaboration with different remote users and allow them to have a more participatory role.

Categorías y Descriptores Temáticos

Human-centered Computing: Web based interaction.

Computación centrada en el hombre: Interacción basada en la Web.

Términos Generales

Inteligencia artificial, programación, robótica.

Palabras clave

Inteligencia artificial, robótica móvil, laboratorios remotos.

Keywords

Artificial Antelligence, Mobile Robotics, Remote LabsLa práctica experimental en la instituciones de educación superior, es uno de los aspectos claves en la formación de estudiantes e investigadores en el área de la ingeniería. Los laboratorios tradicionales proporcionan recursos al estudiante para poner en práctica el conocimiento teórico adquirido en clase y les permiten realizar experimentos para conocer instrumentos y equipos de medición que encontrarán durante su trayectoria laboral, esto representa un reto en los modelos de educación a distancia donde donde es difícil la adecuada incorporación de los cursos

prácticos a la actividad cotidiana de los estudiantes, al tener que presentarse en lugares y horarios establecidos por las instituciones educativas, siendo que su aprendizaje se realiza con la libertad de horario y lugar.

Una alternativa a este problema, es la incorporación de laboratorios virtuales que son una simulación de la realidad, éstos permiten a los estudiantes acceder con facilidad a una gran variedad de herramientas a través de una interfaz interactiva; este tipo de laboratorios tienen como base los modelos teóricos y que, a través de ciertos elementos clave, son capaces de simular las condiciones de un laboratorio tradicional, de esta manera los estudiantes tienen la posibilidad de realizar diversos experimentos, modificando las variables y observando las respuestas de la herramienta sin embargo, resultan poco atractivos al no poder manipular de manera directa equipos reales lo que es una desventaja en la construcción de su conocimiento. Otra alternativa, aprovechando las ventajas de las tecnologías de aprendizaje basadas en la Web, son los laboratorios de acceso remoto a través de Internet, haciendo uso de webcams, hardware específico para la adquisición local de datos y software para dar una sensación de proximidad con el equipo y que pueden estar accesibles sin estar sujetos a horarios y lugares preestablecidos [6].

Por otro lado, la experimentación y uso de robots en la actualidad es necesaria para una mejor formación de estudiantes e investigadores ya que permiten generar nuevos conocimientos y desarrollar aplicaciones innovadoras tanto en los sistemas educativos, en la industria y en la sociedad sin embargo, el costo de estos equipos es muy alto por lo que muchas de las instituciones educativas carecen de éstos. En la Universidad Autónoma de Guerrero, si bien se cuentan con algunos robots móviles, no se disponen de herramientas versátiles y robustas que permitan la experimentación en esta área.

Cualquier desarrollo en algún campo de la robótica implica la construcción de hardware así como su programación para que el robot realice una tarea específica o en su caso realizar la simulación haciendo uso de un laboratorio virtual mediante el uso de herramientas libres. La gran mayoría de las instituciones educativas del Estado, no cuentan con recursos humanos ni materiales suficientes para afrontar la formación de nuevos ingenieros e investigadores en ésta área. Es por esto que el desarrollo de un laboratorio colaborativo de acceso remoto resulta una herramienta complementaria para el aprendizaje y desarrollo de proyectos relacionados con la robótica móvil. El laboratorio permitirá a estudiantes e investigadores, programar un robot real de manera colaborativa mediante el acceso a una página Web desde cualquier lugar y desde diferentes plataformas.

DESARROLLO

Para el desarrollo del laboratorio remoto, se estudiaron diferentes aspectos de la robótica móvil, específicamente los que tienen que ver con la arquitectura de un robot

diferencial, sensores IR para la adquisición de datos, actuadores y control de velocidad y dirección [3][8], también se estudió la tecnología de los robots móviles con ruedas haciendo énfasis en el robot K-Junior de la empresa K-TEAM [4] utilizado para fines experimentales. Se realizó el estado del arte sobre el desarrollo de laboratorios remotos de robótica existentes en diferentes Universidades dentro y fuera del país [1][2][5] y [7], con el objetivo de definir la arquitectura del laboratorio, establecer las ventajas y desventajas y delimitar un área de investigación.

Robot K-Junior

Es un robot fabricado en Suiza orientado principalmente en la educación superior y la investigación ya que permite el aprendizaje de los principios básicos de la robótica móvil así como su programación. En él se pueden aplicar algoritmos orientados a la planificación de trayectorias, evasión de obstáculos, de pre-procesamiento de la información sensorial, entre otros. De acuerdo con [4], el robot cuenta con las características que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1: Características del robot K-Junior.

1. Bluetooth	10. Led rojo indicador de
2. Led verde programable	11. Conector para
3. Led verde programable	12. Led emisor IR
4. Led verde programable	13. Switch enc/apagado
5. Led verde programable	14. Led verde encendido
6. Buzzer	15. Sensor de proximidad
7. Botón de RESET	16. Switch selector de modo
8. Receptor IR remoto	17. Contactos de
9. Conector USB	

El software desarrollado para el laboratorio comprende las interfaces usuario-máquina, máquina-máquina y robot-máquina, en la figura 2 se muestra la relación entre éstas.

Interfaz usuario-máquina

Esta interfaz es una página HTML que contiene un Applet el cual proporciona gráficamente acceso remoto al robot. La interfaz se puede utilizar desde cualquier navegador de Internet permitiendo así, el uso de computadoras con cualquier sistema operativo. Esta interfaz se compone de 12

clases Java que se agrupan para cumplir con los siguientes objetivos:

- Autenticación de usuarios: para la validación de estudiantes que se encuentren inscritos en el curso de robótica.
- Interacción con el robot en modo gráfico: Carga de un Applet para control remoto del robot haciendo uso de botones y poder posicionar al robot en un área específica del escenario de trabajo.
- Interacción con el robot en modo código: Permite la introducción de código en Java mediante un editor de texto, el programa se envía al servidor para su compilación y su ejecución mediante la interfaz Robot-Máquina.
- Recepción de video: Carga un Applet que muestra una vista superior del área de trabajo del robot a manera de retroalimentación hacia el estudiante.
- Conversación entre usuarios: Permite la comunicación entre un máximo de tres estudiantes a través de un chat, se puede ceder entre ellos el control del laboratorio mediante un botón para realizar un trabajo colaborativo.
- Actualización de los sensores y actuadores: toda vez que el applet se carga en la página, un hilo se encarga de actualizar cada segundo, las etiquetas de los sensores IR de proximidad y la velocidad de las ruedas del robot.



Figura 1: Interfaces del sistema para la interacción con el robot.

La figura 3, muestra la vista lógica en UML de las 12 clases.

Esta interfaz solo permite acceso de 3 estudiantes con 30 minutos de uso del robot cada uno; mientras no tengan el primer turno, tendrán que esperar a que el tiempo del primer estudiante se agote; una vez dentro del sistema, los estudiantes tienen acceso a un conjunto de herramientas para usar la característica colaborativa del laboratorio, estas herramientas son: etiqueta que muestra el turno de acceso al robot, etiqueta que muestra el tiempo restante usando el robot, botón para ceder el uso del robot al siguiente usuario en turno en caso de que aún no se termine el tiempo del primer estudiante y la ventana de chat para poder establecer dialogo entre ellos, la figura 4 muestra una vista general de la interfaz usuario.



Figura 2: Clases que integran la interfaz de usuario.



Figura 3: Interfaz de usuario del laboratorio.

Interfaz máquina-máquina

Esta interfaz tiene la función de comunicar la computadora del estudiante con el servidor vía Internet en una arquitectura cliente/servidor, ver figura 5. El cliente envía un mensaje solicitando un determinado servicio al servidor y éste envía uno o varios mensajes con la respuesta. Se utiliza el servidor Apache para poder acceder al laboratorio desde un navegador de Internet, de esta manera solo se coloca la dirección IP del servidor donde se alojan las clases que conforman la interfaz del cliente. Algunas de los servicios que proporciona son: Actualización de sensores, actuadores y video, comunicación entre usuarios, envío de código de control de robot y recepción de errores, control manual del robot.

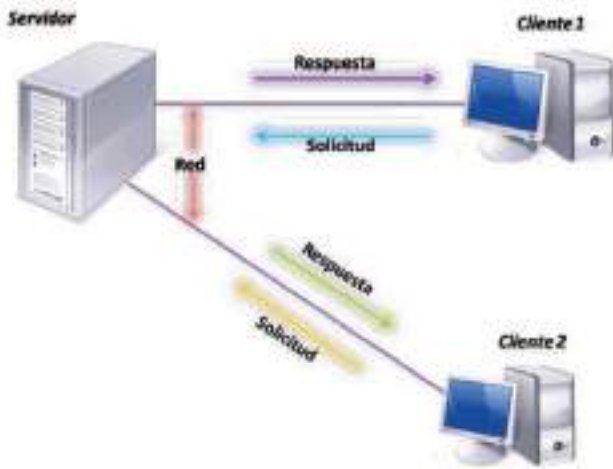


Figura 5: Arquitectura Cliente/servidor del sistema.

Interfaz Robot-máquina

Esta interfaz tiene como función principal la manipulación del robot, se compone de 7 clases Java, ver figura 6. Hace uso de sockets para abrir un puerto de comunicación que se utiliza para realizar la interacción entre el estudiante y el robot ya sea por medio del control manual o por código. También crea instancias de 4 clases: ThreadSensorRobot, ThreadServer, ConnectRobot y ReadSensorRobot:

- ThreadSensorRobot es una clase tipo hilo que se encarga de enviar ordenes de lectura de sensores al robot a través de la función sendCommand de la clase ConnectRobot, una vez que recibe respuesta actualiza los datos en variables que se encuentran en la clase ReadSensorRobot.
- ThreadServer es una clase tipo hilo que se encarga de escuchar las peticiones del usuario a través de sockets de comunicación, cuando llega una petición la clasifica y regresa la respectiva respuesta.
- ConnectRobot se utiliza en caso de necesitar que el robot obedezca alguna orden.
- ReadSensorRobot se usa para leer sensores y actualizarlos en la interfaz del cliente.
- Conversion se utiliza para controlar y convertir el código escrito por el usuario en la ventana de programación a código Java, para poder compilarlo y ejecutarlo, hace uso de la clase RunC la cual ayuda en la ejecución del programa libre de errores del usuario.
- ReadSensorRobot contiene variables para guardar información de la lectura de los sensores, total de usuarios, tiempos de uso del robot, tiempos de uso del laboratorio y banderas de cambios entre usuarios.
- ConnectRobot realiza la configuración y conexión con el robot, también contiene la función para enviar ordenes directas al robot.

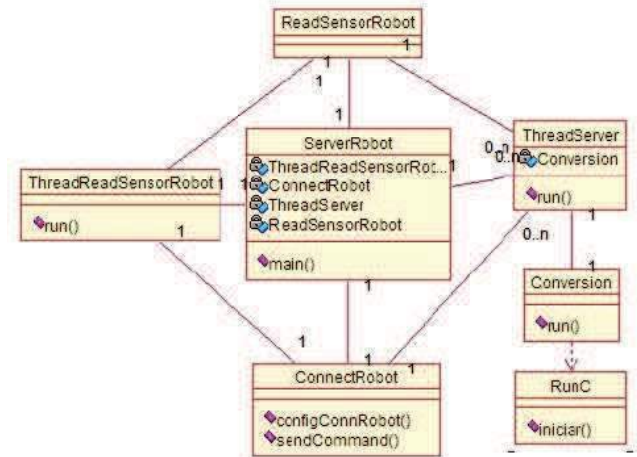


Figura 4: Clases que integran el servidor del robot.



Figura 6: Área de trabajo para la evasión de obstáculos.

RESULTADOS

Finalizada la programación del sistema, se condujeron pruebas de usabilidad mediante la aplicación de un cuestionario con preguntas relacionadas con con diferentes aspectos de operación del laboratorio. Entre los aspectos a evaluar se encuentran: la duración del experimento realizado, estructura y organización de la información, operación de la aplicación, retroalimentación y opinión general del usuario sobre la aplicación.

El propósito de estas pruebas fue comprobar la funcionalidad del laboratorio, identificar y corregir errores en la programación del sistema y recibir sugerencias por parte de los usuarios. El instrumento de evaluación se aplicó a una muestra representativa con diferentes niveles de usuarios localizados en diferentes locaciones.

La prueba consistió en probar un algoritmo de control como estrategia que permita evadir obstáculos de diferentes

formas y tamaños, localizados en el área de trabajo del robot, ver figura 7.

En primer lugar, se tomó en cuenta el tiempo en que los usuarios tardaron en realizar la práctica, figura 8. Aunque en realidad no había restricciones de tiempo ni de veces en que se podía repetir la prueba, la duración para realizarla desde que el usuario accedía a la página del laboratorio hasta que la finalizaba, fue de 38 minutos, lo que da una idea de la facilidad de uso de la interfaz.

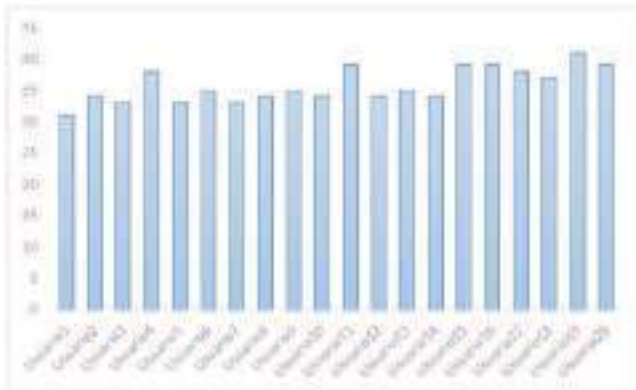


Figura 7: Tiempo utilizado para realizar la prueba.

La figura 9 muestra la valoración que hicieron los usuarios en lo referente al aspecto visual y organización estructural de la información en la interfaz del usuario, la mayoría de los encuestados opinó que está de acuerdo en que la distribución y organización del contenido en la aplicación se encuentran distribuidos apropiadamente.

La figura 10 muestra una gráfica con los resultados obtenidos respecto a la operación del sistema interactividad, accesibilidad, desempeño y fiabilidad. La mayoría de los usuarios están de acuerdo en que la interacción entre el usuario y la aplicación es buena y que se identifica fácilmente el tipo de acción que se debe ejecutar durante su operación. Respecto a la velocidad de funcionamiento, fue calificada como buena aunque un porcentaje de los participantes la calificó como regular. La mayoría califica como buena la fiabilidad ya que se presentan pocos errores.

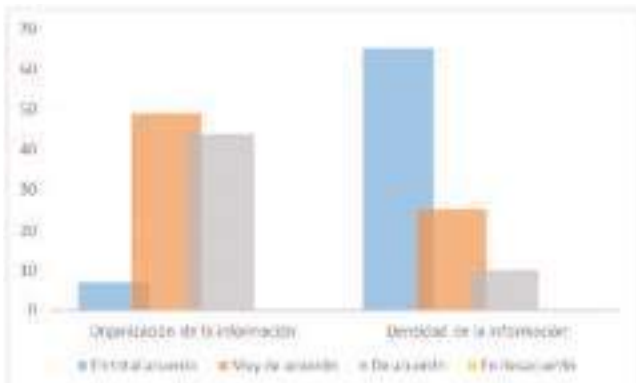


Figura 8: Valoración sobre el aspecto visual del laboratorio.

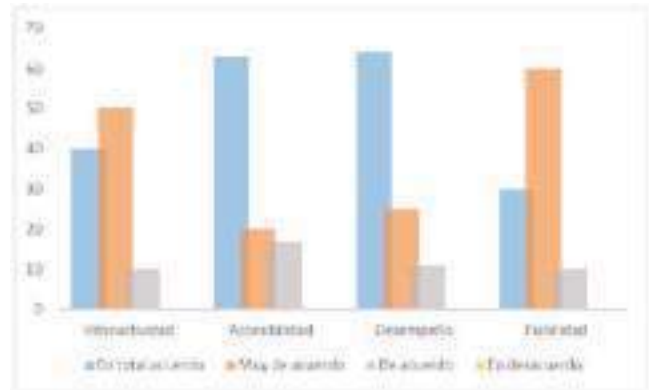


Figura 9: Valores sobre los aspectos de operación.

Otro de los aspectos a evaluar fue lo referente al éxito del experimento, en donde la mayoría de los encuestados está muy de acuerdo en que así fue y un bajo porcentaje lo valoró de manera negativa.

CONCLUSIONES

La idea central de este proyecto fue desarrollar un laboratorio colaborativo de acceso remoto que brinde al estudiante la posibilidad de realizar experimentos de robótica móvil. Este laboratorio les permite diseñar, compilar y ejecutar a distancia algoritmos de control en un robot real, enfrentándolos a las diversas situaciones complejas que involucra un ambiente no simulado. Entre las principales aportaciones se encuentran las siguientes:

- Desarrollo de un ambiente sencillo de operación para el aprendizaje y experimentación de la robótica móvil.
- Posibilidad de utilizar Java como lenguaje de programación para escribir los algoritmos ejecutados en una computadora, lo que permite que el tamaño y complejidad del algoritmo no esté restringido por el tamaño de la memoria y el procesador del robot.
- Flexibilidad para incrementar de manera muy simple el tipo de experimentos a realizar.
- Posibilidad de realizar trabajo colaborativo entre los usuarios.

De acuerdo con el estudio de usabilidad realizado, se puede concluir que los participantes han calificado como positivo el aspecto operativo del laboratorio por lo que puede ser utilizado para la realización de prácticas relacionadas con los aspectos de control, sensores y programación de robots.

TRABAJO FUTURO

Se espera agregar más características al laboratorio para un mejor aprovechamiento, entre ellas se encuentran:

- Integrar el laboratorio remoto a un curso de robótica.

- Equipar al robot con accesorios y diferente tipo de sensores que le ayuden a obtener un mejor conocimiento de su entorno desarrollando así tareas más complejas.
- Posibilidad de incluir más robots utilizando el mismo protocolo de comunicación y poder realizar trabajos colaborativos entre ellos.

REFERENCIAS

- [1] Calvache, B., Cardona, J., Bacca, B., Caicedo, E., and Buitrago, J. (2011). Laboratorio distribuido con acceso remoto a través de renata para la experimentación en robótica. *e-colabora: Revista de ciencia, educación, innovación y cultura apoyadas por redes de tecnología avanzada* 1, 1, 55–59
- [2] Chen, X., Song, G., and Zhang, Y. (2010). Virtual and remote laboratory development: A review. *Proceedings of Earth and Space* 55, 3843–3852.
- [3] Dudek, G., and Jenkin, M. (2010). *Computational principles of mobile robotics.*, 2010. Cambridge, UK: Cambridge university press.
- [4] Lambercy, F. (2011). *K-Junior User Manual rev 1.2.*, Yverdon-les-Bains, Switzerland: K-Team S.A.
- [5] Muñoz, N. D., Hernández, N. A. D., and Díaz, J. A. (2006). Diseño de un escenario en línea para robots teleoperados desde internet. *Scientia et Technica* 3, 32.
- [6] Nedic, Z., Machotka, J., and Nafalski, (2003). A Remote laboratories versus virtual and real laboratories. *In Frontiers in Education (FIE)*, 33rd Annual, vol. 1, IEEE, pp. T3E–1.
- [7] Paya, L., Reinoso, O., Gil, A., and Jiménez, L. M. (2007). Plataforma distribuida para la realización de prácticas de robótica móvil a través de internet. *Información tecnológica* 18, 6, 27–38.
- [8] Siegwart, R., Nourbakhsh, I. R., and Scaramuzza, D. (2011). *Introduction to autonomous mobile robots.* London, ENG: MIT press.



Evaluación de la dinámica de los nodos en una Red Ad Hoc

Juan Pablo Ospina
Universidad Nacional de Colombia
Carrera 45 # 26-85
Bogotá Colombia
57+3184094846
jpospinalo@unal.edu.co

Joaquín F Sánchez
San Mateo Educación Superior
Trasversal 17 # 25-25
Bogotá Colombia
57+3137389181
jfernandosanchez@sanmateo.edu.co

RESUMEN

La arquitectura de red describe las posibles configuraciones de los nodos especificando su diseño, su organización funcional así como el conjunto de protocolos necesarios para su funcionamiento. En el siguiente artículo se presentan los resultados obtenidos a través de la simulación de diferentes arquitecturas de red analizando el rendimiento de sistema, el número de paquetes perdidos y el retraso promedio en las comunicaciones; se hace un comparativo de una arquitectura plana tradicional y una arquitectura jerárquica identificando los principales factores que pueden llegar a afectar la escalabilidad de la red.

ABSTRACT

The network architecture describes the possible configurations of nodes specifying design, functional organization and the set of protocols required for operation. In the following paper the results obtained through simulation of different network architectures analyzing system performance, the number of lost packets and the average delay in communications we presented a comparison of a traditional flat architecture and hierarchical architecture identifying the main factors that can affect the scalability of the

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

network becomes.

Categorías y Descriptores Temáticos

- Networks~Physical topologies
- Networks~Wireless mesh networks

Términos Generales

Network structure, Network topology types, Mesh networks.

Palabras clave

Redes ad hoc, Arquitectura de red, Escalabilidad, Rendimiento de la red.

Keywords

Ad hoc networks, network architecture, scalability, network performance.

INTRODUCCIÓN

Las redes ad hoc son un paradigma totalmente distinto a las redes tradicionales, carecen por completo de una infraestructura fija dando completa autonomía a los nodos para configurar su participación en la red. Esta naturaleza descentralizada trae consigo la aparición de propiedades emergentes y genera la necesidad de incorporar en los nodos ciertas características que les permitan configurarse e integrarse como parte de la red sin afectar su rendimiento.

Una de las propiedades esperadas en las redes ad hoc, es la capacidad de aumentar de tamaño sin afectar la calidad en los servicios ofrecidos. Esta propiedad denominada escalabilidad, es uno de los principales desafíos en el diseño de protocolos y una característica fundamental para lograr redes ad hoc con una alta capacidad de despliegue.

Con el objetivo de lograr una mejor comprensión sobre los factores que afectan la capacidad de escalabilidad en una red ad hoc, el siguiente artículo presenta una evaluación del rendimiento de una red bajo diferentes arquitecturas a través de las herramientas de simulación NS2 y NS3.

El artículo está organizado de la siguiente forma: primero se hará una breve revisión sobre las generalidades de las redes ad hoc, luego se describen las diferentes arquitecturas de red así como sus principales fortalezas y limitaciones a la hora de desplegar redes de gran tamaño y finalmente se evidencian los resultados y análisis obtenidos a través de la simulación de diferentes escenarios.

REDES AD-HOC GENERALIADES

Características de las Redes Ad Hoc

Las redes ad hoc son sistemas computacionales auto-organizados formados por un conjunto de nodos que se comunican entre sí a través de enlaces inalámbricos, los cuales no dependen de una infraestructura preexistente para funcionar. Cada nodo actúa de manera independiente y posee completa autonomía para configurar su participación en la red. Este funcionamiento autónomo las diferencia de las redes tradicionales y surge por la libre interacción entre los nodos al intentar alcanzar dinámicamente una organización espontánea, que les permita configurar las comunicaciones y los servicios sin ningún tipo de control externo. Entre sus principales características se encuentran [1], [2]:

Funcionamiento autónomo: las redes ad hoc son adaptativas y tienen la capacidad de configurarse así mismas sin ningún tipo de control externo.

Topología dinámica: la capacidad de los nodos para desplazarse de forma aleatoria, puede generar cambios en la topología y causar fallas en las comunicaciones [3][4].

Necesidad de cooperación: el objetivo de la cooperación entre nodos es buscar un equilibrio que permita operar de manera distribuida, compartir recursos y maximizar el rendimiento de la red [5][6].

Administración de la energía: los dispositivos inalámbricos funcionan a través de baterías con capacidades limitadas. Un manejo eficiente de la energía garantiza el funcionamiento de los nodos por el mayor tiempo posible [7].

Nodos heterogéneos: los nodos generalmente presentan diferentes niveles de recursos (capacidad de almacenamiento, grado de movilidad, capacidad de procesamiento, energía disponible) haciendo posible clasificarlos según sus características individuales.

Arquitecturas de Red

La arquitectura de red describe las posibles configuraciones de los nodos especificando su diseño, su organización funcional así como el conjunto de protocolos necesarios para su funcionamiento. Generalmente las redes ad hoc presentan dos tipos de arquitecturas [8]:

Arquitecturas Planas: en una arquitectura plana los nodos de la red realizan el enrutamiento y el envío de paquetes de forma independiente y sin ningún tipo de control externo. La falta de un

enrutador por defecto hace necesario utilizar nodos intermedios para lograr las comunicaciones [9].

Arquitecturas Jerárquicas: las arquitecturas jerárquicas surgen como una respuesta vertical a la existencia de redes heterogéneas y a la necesidad de cooperación entre los nodos de la red. Este tipo de organización es generada a través de algoritmos de agrupamiento mediante la creación de grupos de nodos geográficamente adyacentes y conectados entre sí llamados cluster.

La utilización de algoritmos de agrupamiento en redes ad hoc presentan las siguientes ventajas [10], [11]:

- Un cluster puede asignar funciones a sus nodos. Los roles más comunes son como nodo líder o *clusterhead*, el cual tiene la responsabilidad de transmitir todos los paquetes de los nodos a su cargo o como puerta de enlace ayudando a establecer comunicación con otros clusters.
- Una asignación adecuada de las tareas permite mejorar el rendimiento de los protocolos de acceso al medio de transmisión, las tablas de enrutamiento y la utilización de la energía.
- Varios cluster conectados entre sí mejoran la coordinación de los nodos en la transmisión de paquetes ayudando a mantener la calidad en los servicios ofrecidos.
- Las arquitecturas jerárquicas reducen significativamente las tablas de enrutamiento debido a que los nodos sólo necesitan tener información sobre su clúster y no del total de la red.

Escalabilidad en redes ad-hoc

La escalabilidad en redes ad hoc puede definirse como la capacidad de la red para aumentar de tamaño sin perder calidad en los servicios ofrecidos. Esta propiedad, es uno de los grandes retos en el diseño de protocolos y una de las características necesarias para lograr redes ad hoc con una alta capacidad de despliegue. Entre los factores que afectan la escalabilidad en las redes ad hoc se encuentran:

Enrutamiento: la escalabilidad está directamente relacionada con los protocolos de enrutamiento, pero incluso con enrutamiento ideal, la limitación principal es la naturaleza multi-salto de las comunicaciones. La necesidad de utilizar nodos intermedios hace que el tamaño de tablas de enrutamiento sea proporcional al número de nodos en la red [9].

Redes heterogéneas: la existencia de nodos heterogéneos, sumado a la necesidad de cooperación hace necesario garantizar que las tareas que se asignan a un nodo no estén por encima de su nivel de recursos (capacidad de memoria, procesador, disponibilidad), de lo contrario se pueden generar retrasos en las comunicaciones o una pérdida de conectividad en la red.

Escalabilidad en arquitecturas planas

Las arquitecturas planas presentan problemas de escalabilidad debido a que el tamaño de las tablas de enrutamiento es proporcional al número de nodos en la red, sin embargo, funcionan adecuadamente en redes pequeñas, donde el enrutamiento y consumo de energía es bajo [9].

En los resultados obtenidos por Gupta y Kumar [12] es posible observar que una red con n nodos, la escalabilidad de la red disminuye en $\Theta(\sqrt{n})$ cuando el número de nodos aumenta. Estos

resultados son independientes de los protocolos de enrutamiento, del acceso al medio de transmisión y cualquier otro protocolo de control, siendo la principal limitación a la hora de diseñar redes de gran tamaño con arquitecturas planas.

Escalabilidad en Arquitecturas Jerárquicas

La escalabilidad en una arquitectura jerárquica está relacionada con el nivel de recursos disponibles en una capa de la red y las tareas que los nodos deben realizar. Las capas superiores deben estar en la capacidad de soportar la carga de trabajo adicional que implica servir como intermediarios en las comunicaciones y continuidad de la conectividad [13], [14], [10].

Existen dos maneras de lograr escalabilidad en una arquitectura jerárquica [15], [16]:

Escalabilidad Horizontal: se agregan nuevos nodos a una capa de la red con el fin de ayudar a manejar el aumento en la carga de trabajo, esto mejora la estabilidad y el desempeño general del sistema.

Escalabilidad Vertical: Se añaden más recursos a un nodo en particular (procesador, memoria, energía disponible), este mejora el rendimiento de la red ayudando a centralizar la carga de trabajo sobre ese nodo.

Las arquitecturas jerárquicas surgen como respuesta a los problemas de escalabilidad presentados en arquitecturas planas, este tipo de organización aumenta la capacidad de la red al mejorar la calidad en las comunicaciones, el enrutamiento y el control de la topología siendo una buena alternativa para lograr escalabilidad en las redes ad hoc [8], [17], [10].

TRABAJOS RELACIONADOS

La necesidad de generar redes ad hoc con la capacidad de aumentar de tamaño sin perder calidad en los servicios ofrecidos, ha generado que se preste especial atención a la relación que existe entre arquitectura de una red ad hoc y su nivel de escalabilidad [18]. A continuación se mencionan algunos de los trabajos más significativos que evidencian la relación directa entre estas dos propiedades.

En el caso de arquitecturas planas se han realizado trabajos que intentan mejorar los resultados obtenidos por Gupta y Kumar [12]; en [19], [20], se contempla la movilidad y la cooperación entre nodos como una forma de mejorar la escalabilidad de la red pero sin establecer límites para los retrasos en las comunicaciones. En [21] se estudia la escalabilidad en redes militares basadas en patrones de tráfico bajo la ley de las potencias y donde se observa un incremento en la capacidad de la red desde un punto de vista práctico. En [22], [23], [24] se estudia el impacto de la arquitectura de red sobre redes vehiculares, así como la influencia de la topología y la capacidad de autorganización de los nodos en la escalabilidad de la red.

En el caso de las arquitecturas jerárquicas existen variedad de estudios que buscan identificar los principales elementos que influyen en el funcionamiento de un cluster desde el enrutamiento [25], [26], la distribución de los recursos [13], hasta la correcta elección del clusterhead [27], [28], [29].

METODOLOGÍA y MODELO DE SIMULACIÓN.

Los escenarios de simulación propuestos en este artículo son implementados inicialmente en el software de simulación para redes ns-3 [30] y tienen como objetivo evaluar la capacidad de escalabilidad y el rendimiento de una red ad hoc bajo las arquitecturas de red descritas en la sección de arquitecturas de red. A continuación se describen los escenarios de simulación propuestos, así como los principales elementos utilizados en su implementación.

Arquitectura planas vs arquitecturas jerárquicas

El primer escenario de simulación busca comparar el rendimiento entre una arquitectura plana tradicional y una arquitectura jerárquica de dos capas formada por varios cluster conectados entre sí. El escenario de simulación consiste en un espacio geográfico de $100m \times 100m$, bajo un modelo de tráfico Poisson [31], el protocolo de enrutamiento OLSR (*Optimized Link State Routing*) [32], el protocolo de transporte UDP y el modelo de movilidad random waypoint utilizando una velocidad uniformemente distribuida entre $0-1 \text{ m/s}$ y donde los nodos nunca se detienen durante su recorrido. En la tabla I es posible observar un resumen de los parámetros de configuración utilizados en ambas arquitecturas de red.

Tabla 1. Parámetros de la Simulación.

	Arquitectura Plana	Arquitectura Jerárquica
Espacio Geográfico	1000m x 1000m	1000m x 1000m
Número de Nodos	36	6 Cluster (6 nodos por clueter)
Modelo de Propagación	Ns3-Friss	Ns3-Friss
Modelo de Perdida	Ns3-Constante	Ns3-Constante
Patrón de Tráfico	Modelo Poisson	Modelo Poisson
Movilidad	Random Waypoint	Random Waypoint

Arquitecturas jerárquicas bajo diferentes parámetros

Partiendo de una arquitectura jerárquica como la descrita en la tabla 1 se realizan simulaciones variando la cantidad de cluster disponibles en la red, así como el número de nodos que los conforman. Vale la pena mencionar que los nodos en las capas superiores (Clusterhead) en el escenario de simulación cuentan con los mismos recursos y se espera que estén capacidad de soportar la carga de trabajo adicional que implica servir como intermediarios en las comunicaciones, siendo el objetivo de este escenario de simulación evaluar el rendimiento de una arquitectura jerárquica bajo diferentes parámetros de configuración y verificar en qué medida el desempeño de la red se ve afectado cuando existen variaciones en el tamaño de los cluster.

El escenario de simulación consiste en un espacio geográfico de $1000m \times 1000m$, bajo un modelo de tráfico Poisson [31], el protocolo de enrutamiento OLSR [32], el protocolo de transporte

UDP y el modelo de movilidad random waypoint utilizando una velocidad uniformemente distribuida entre 0-1 m/s y donde los nodos nunca se detienen durante su recorrido. En la tabla 2 es posible observar un resumen de los parámetros de configuración utilizados en la simulación para tres arquitecturas jerárquicas de 36 nodos.

Tabla 2. Parámetros de la Simulación.

	Arquitectura 1, 2, 3
Total de Cluster en la Red	4, 6, 9
Número de nodos por Cluster	9, 6, 4
Modelo de Propagación	ns3-Friss
Modelo de Perdida	ns3-Constante
Patrón de Tráfico	Modelo Poisson
Movilidad	Radom Wayponit

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Medidas de desempeño

Tres medidas de desempeño se evaluaron en ambos escenarios de simulación:

- **Rendimiento del sistema (throughput):** volumen de información entregada correctamente a su destino (en Mbs).
- **Paquetes Perdidos:** número total de paquetes perdidos durante las comunicaciones.
- **Retraso promedio:** incluye todos los posibles retrasos que puede sufrir un paquete antes de llegar a su destino.

Resultados Arquitectura planas vs arquitecturas jerárquicas

Al observar los resultados obtenidos en la simulación es posible verificar un mayor desempeño en una arquitectura jerárquica en términos de los parámetros evaluados. En las figuras 1 y 2 se evidencia una diferencia significativa en el rendimiento del sistema entre ambas arquitecturas, así como una menor pérdida de paquetes bajo en una arquitectura jerárquica.

Para evaluar el rendimiento de la red en ambos escenarios de simulación, se realizaron experimentos variando el tamaño de los paquetes desde 0.2 Mbs hasta 2 Mbs, intentando conseguir resultados más claros sobre el comportamiento de la red en diferentes condiciones de tráfico.

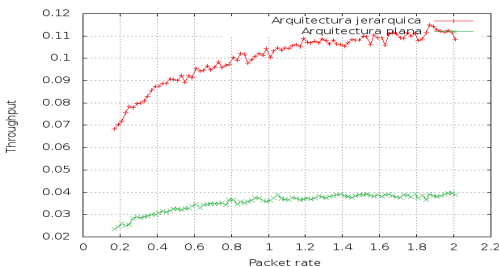


Figura 1. Throughput - Arquitectura Plana vs Jerárquica

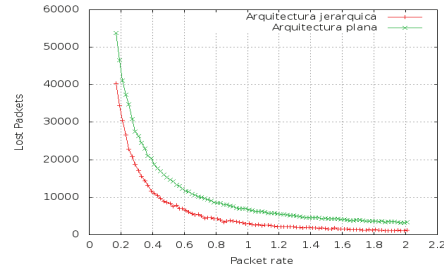


Figura 2. Paquetes Perdidos - Arquitectura Plana vs Jerárquica

Dando continuidad al análisis realizado anteriormente y con el objetivo de verificar la carga de trabajo adicional que deben soportar un *clusterhead* al servir como intermediario en las comunicaciones, se utiliza la herramienta de simulación NS2 para validar los resultados obtenidos bajo una arquitectura jerárquica. La simulación se realiza bajo los mismos parámetros de configuración, solo que esta vez el tráfico está representado por un paquete de video, el cual es distribuido mediante el protocolo de enrutamiento AODV (*Adhoc On-Demand Distance Vector*) [33] y realizando el análisis de rendimiento directamente sobre los *clusterhead*. En la figura 3 es posible observar los resultados obtenidos.

Validando la carga de las tramas y los paquetes de control en la figura 3b es evidente el alto grado de utilización de los *clusterhead* en el funcionamiento de la red. Debido a su función como intermediarios en las comunicaciones, es posible observar una gran cantidad de retransmisiones y un uso repetido de las rutas que han tenido éxito en la entrega de paquetes. También se evidencian caídas abruptas en el rendimiento de los nodos; estas disminuciones surgen en momentos donde los recursos disponibles por el *clusterhead* no son suficientes para cumplir con los requerimientos de la red, aumentando los retrasos, las colas y el número de paquetes perdidos. Sin embargo, es importante mencionar que este comportamiento es el esperado en una arquitectura jerárquica y aun bajo estas condiciones el rendimiento es superior en comparación con una arquitectura plana.

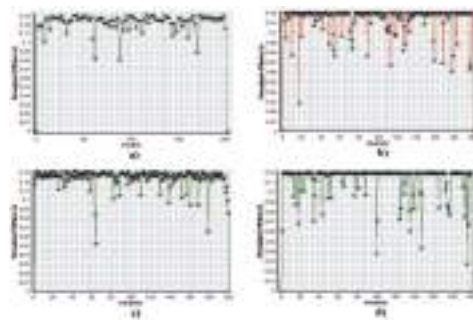


Figura 3. Rendimiento de los *clusterhead*

De acuerdo con los patrones de movilidad presentes en los nodos, algunos *clusterhead* son sobrecargados al funcionar como intermediarios en las comunicaciones. Como se observa en la figura 3 el rendimiento de los *clusterhead* llega alrededor de 0.12 $MBytes/s$, llevando al máximo de su capacidad, en este sentido es razonable suponer que estos nodos están cumpliendo con todas

los requerimientos de transmisión, mantenimiento de rutas e identificación de los nodos. Vale la pena mencionar que debido a la sobrecarga de los *clusterhead* es posible que la red presente problemas de escalabilidad si se desea aumentar el número de nodos bajo estas condiciones.

Resultados Arquitecturas jerárquicas bajo diferentes parámetros

Es posible observar en los resultados obtenidos, que el rendimiento en las diferentes arquitecturas a pesar de presentar patrones similares cambia de manera significativa cuando se varía el número de nodos por *cluster*. La carga de trabajo que representa para un nodo servir como *clusterhead* está relacionada con la cantidad de nodos que maneja, en consecuencia es necesario considerar unos límites superiores e inferiores en la cantidad de nodos que pueden formar un *cluster*, evitando así, la existencia de *clusters* demasiado grandes que puedan sobrecargar al *clusterhead* y *clusters* demasiado pequeños que generen demasiadas rutas en las capas superiores de la red.

En la figura 4 se muestran los resultados obtenidos para las tres arquitecturas propuestas, en este caso la formada por seis *cluster* de seis nodos presentan un mayor rendimiento, una menor pérdida de paquetes y un retraso menor en las comunicaciones. Estos resultados evidencian la influencia directa de la configuración y el tamaño de los *cluster* sobre el rendimiento de la red, siendo en este caso, la arquitectura de seis *cluster* la que presenta una mejor relación entre los recursos disponibles en las dos capas de la red.

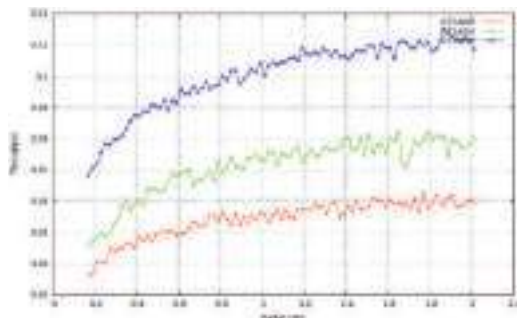


Figura 4. Throughput - Arquitectura Jerárquica

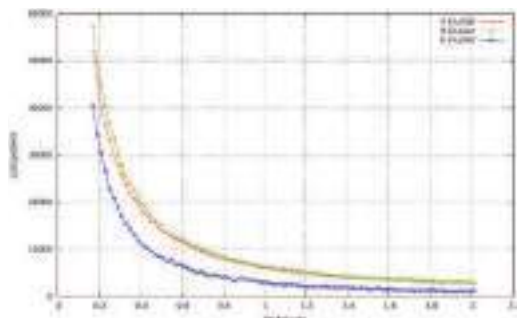


Figura 5. Paquetes Perdidos -- Arquitectura Jerárquica

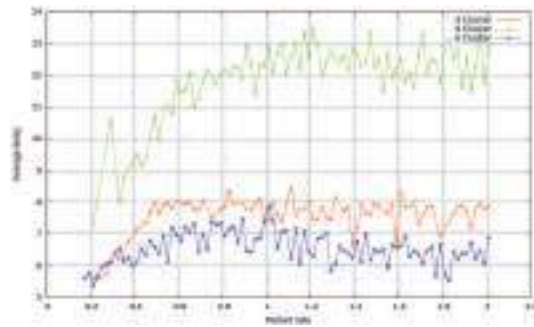


Figura 6. Delay - Arquitectura Jerárquica

En las figuras 5 y 6 es posible observar que el comportamiento para las demás arquitecturas propuestas presenta interrupciones prolongadas entre los envíos y una pérdida deliberada de paquetes, en consecuencia, la prestación de los servicios y la conectividad de la red puede verse afectada si la arquitectura de red no cumple con las condiciones suficientes para soportar las comunicaciones. En una arquitectura jerárquica los nodos de las capas superiores tiene la responsabilidad de modelar y regular el tráfico de los nodos en las capas inferiores, por lo tanto, es importante que la carga de trabajo de soportar los *clusterhead* no sobrepase su nivel de recursos disponibles.

A partir de los resultados obtenidos es posible afirmar que la existencia de una adecuada relación entre las capas superiores de la red las cuales modelan y administran el comportamiento global en términos de recursos, tiempos y paquetes enviados está directamente relacionada con el rendimiento de la red y la calidad en los servicios ofrecidos.

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Debido al uso masivo de dispositivos inalámbricos, es necesario generar en las redes de comunicaciones la capacidad de reaccionar adecuadamente al crecimiento de la red sin perder calidad en los servicios ofrecidos. Lograr escalabilidad en las redes ad hoc es uno de los grandes retos en el diseño de protocolos y una de las propiedades necesarias para lograr redes ad hoc con una alta capacidad de despliegue, siendo esta una de las principales razones para desarrollar el modelo acá propuesto.

Al tener un componente móvil en las redes ad hoc, es razonable suponer que los *clusterhead* deban tener un grado de movilidad bajo que evite la colisión de paquetes, la pérdida de conectividad y la posible desaparición paulatina de los *cluster*.

Como una condición inherente a la naturaleza de las redes ad hoc es necesario considerar el aumento en la racionalidad de los nodos y como consecuencia la aparición de comportamientos de tipo social dentro de la red. Como una respuesta a esta nueva dinámica aparece la teoría de juegos siendo una herramienta para analizar formalmente los procesos de decisión que implican los modelos de cooperación, la competencia por recursos y el aumento en la autonomía de los nodos [34] y [6]

Cuando se genera una arquitectura jerárquica, el nivel de recursos en las capas superiores debe ser lo suficientemente grande para soportar la carga de trabajo adicional que implica administrar las comunicaciones de la red, y lo suficientemente pequeño para optimizar la utilización de los recursos. Lo anterior genera la posibilidad de encontrar la relación adecuada entre el nivel de

recursos de dos capas de una red bajo una arquitectura jerárquica que permita mantener la calidad del servicio.

REFERENCIAS

- [1] I. Chlamtac, M. Conti, and J. J.-N. Liu, "Mobile ad hoc networking imperatives and challenges," *Ad Hoc Networks*, vol. 1, no. 1, pp. 13–64,
- [2] D. Raychaudhuri and N. B. Mandayam, "Frontiers of Wireless and Mobile Communications," *Proceedings of the IEEE*, vol. 100, no. 4, pp. 824–840, Apr. 2012.
- [3] J. E. Ortiz, "Simulación y evaluación de redes ad hoc bajo diferentes modelos de movilidad," *Ingeniería e Investigación*, vol. 53, pp. 44–50, 2003.
- [4] J. Spencer, *The strange logic of random graphs*. Springer, 2001, vol. 22.
- [5] V. Srinivasan, P. Nuggehalli, C. F. Chiasserini, and R. R. Rao, "Cooperation in Wireless Ad Hoc Networks," vol. 00, no. C, 2003.
- [6] M. I. D. B. D. P. Hoebeke J., "An overview of mobile ad hoc networks: Applications and challenges," *Journal of the Communications Network*, vol. 3, no. 3, pp. 60–66, 2004.
- [7] L. M. Feeney and M. Nilsson, "Investigating the energy consumption of a wireless network interface in an ad hoc networking environment," in *INFOCOM 2001. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, vol. 3. IEEE, 2001, pp. 1548–1557.
- [8] S. Zhao and S. Jain, "Ad hoc and mesh network protocols and their integration with the internet," *Emerging Wireless Technologies and the Future Mobile Internet*, p. 54.
- [9] M. G. D. Raychaudhuri, *Emerging Wireless Technologies and the Future Mobile Internet*. CAMBRIDGE University Press, 2011.
- [10] J. Y. Yu and P. H. Chong, "A survey of clustering schemes for mobile ad hoc networks," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 7, no. 1, pp. 32–48, 2005.
- [11] Umamaheswari and G. Radhamani, "Clustering schemes for mobile adhoc networks: A review," 2012.
- [12] P. Gupta and P. R. Kumar, "The capacity of wireless networks," *Information Theory, IEEE Transactions on*, vol. 46, no. 2, pp. 388–404, 2000
- [13] J. Ospina López and J. Ortiz Triviño, "Stochastic model for the characterization of a cluster and its resources in an ad-hoc network," in *Communications and Computing (COLCOM), 2014 IEEE Colombian Conference on. IEEE*, 2014, pp. 1–5.
- [14] T. Ohta, N. Murakami, R. Oda, and Y. Kakuda, "An improved autonomous clustering scheme for highly mobile large ad hoc networks," in *Autonomous Decentralized Systems, 2005. ISADS 2005. Proceedings, 2005*, pp. 655–660.
- [15] A. B. Bondi, "Characteristics of scalability and their impact on performance," in *Proceedings of the 2nd international workshop on Software and performance. ACM*, 2000, pp. 195–203.
- [16] M. Michael, J. Moreira, D. Shiloach, and R. Wisniewski, "Scale-up x scale-out: A case study using nutch/lucene," in *Parallel and Distributed Processing Symposium, 2007. IPDPS 2007. IEEE International, 2007*, pp. 1–8.
- [17] S. Zhao, I. Seskar, and D. Raychaudhuri, "Performance and scalability of self-organizing hierarchical ad hoc wireless networks," in *Wireless Communications and Networking Conference, 2004. WCNC. 2004 IEEE*, vol. 1. IEEE, 2004, pp. 132–137.
- [18] J. Ospina López and J. Ortiz Triviño, "Scalability in ad hoc networks: The effects of its complex nature," *International Journal of Engineering & Technology*, vol. 3, no. 3, pp. 315–321, 2014.
- [19] M. Grossglauser and D. Tse, "Mobility increases the capacity of adhoc wireless networks," in *INFOCOM 2001. Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Proceedings. IEEE*, vol. 3. IEEE, 2001, pp. 1360–1369.
- [20] M. Garetto, P. Giaccone, and E. Leonardi, "Capacity scaling in ad hoc networks with heterogeneous mobile nodes: The subcritical regime," *IEEE/ACM Transactions on Networking (TON)*, vol. 17, no. 6, pp. 1888–1901, 2009.
- [21] R. Ramanathan, R. Allan, P. Basu, J. Feinberg, G. Jakllari, V. Kawadia, S. Loos, J. Redi, C. Santivanez, and J. Freebersyser, "Scalability of mobile ad hoc networks: Theory vs practice," in *MILITARY COMMUNICATIONS CONFERENCE, 2010-MILCOM 2010. IEEE*, 2010, pp. 493–498.
- [22] W. Zhu, D. Gao, A. Fong, and F. Tian, "An analysis of performance in a hierarchical structured vehicular ad hoc network," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 2014, 2014.
- [23] W. Dong and L. Xianyu, "The impact of topological characteristics on ad hoc networks based on complex network," in *3rd International Conference on Computer Science and Service System. Atlantis Press*, 2014.
- [24] D. Palma and M. Curado, "Scalability and routing performance of future autonomous networks," *International Journal of Internet Protocol Technology*, vol. 7, no. 3, pp. 137–147, 2013.
- [25] A. Boukerche, B. Turgut, N. Aydin, M. Z. Ahmad, L. Boloni, and D. Turgut, "Routing protocols in ad hoc networks: A survey," *Computer Networks*, vol. 55, no. 13, pp. 3032–3080, 2011.
- [26] N. Chauhan, L. K. Awasthi, N. Chand, and A. Chugh, "A distributed eighted cluster based routing protocol for manets," pp. 147–151, 2011.
- [27] M. Chatterjee, S. K. Das, and D. Turgut, "Wca: A weighted clustering algorithm for mobile ad hoc networks," *Cluster Computing*, vol. 5, no. 2, pp. 193–204, 2002.
- [28] J. An, C. Li, and B. Li, "A improved weight based clustering algorithm in mobile ad hoc networks," and *Telecommunication, 2009. YCICT' 09.*, pp. 220–223, 2009.
- [29] S. Muthuramalingam, R. RajaRam, K. Pethaperumal, and V. K. Devi, "A dynamic clustering algorithm for manets by modifying weighted clustering algorithm with mobility prediction," *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, vol. 2, no. 4, pp. 709–714, 2010.
- [30] G. J. Carneiro, "Ns-3: Network simulator 3," in *UTM Lab Meeting April*, vol. 20, 2010.
- [31] V. B. Iversen et al., "Teletraffic engineering handbook," *ITU-D SG*, vol. 2, p. 16, 2005.

- [32] T. Clausen, P. Jacquet, C. Adjih, A. Laouiti, P. Minet, P. Muhlethaler, A. Qayyum, L. Viennot et al., "Optimized link state routing protocol (olsr)," 2003.
- [33] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad-hoc on-demand distance vector routing," in *Mobile Computing Systems and Applications*, 1999. Proceedings. WMCSA'99. Second IEEE Workshop on. IEEE, 1999, pp.90–100.
- [34] Z. Li and H. Shen, "Game-theoretic analysis of cooperation incentive strategies in mobile ad hoc networks," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, vol. 11, no. 8, pp. 1287–1303, 2012. [Online]. Available: www.scopus.com



Fusión de imágenes médicas utilizando la transformada discreta wavelet de Haar

Gómez-Mora Miller
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Calle 68D Bis A Sur No. 49F-70
(057) 3239300 ext
mgomez@udistrital.edu.co

RESUMEN

Una imagen es una excelente fuente de información siempre que sea posible identificar y extraer los diferentes objetos que la constituyen de una manera confiable. La técnica de fusión de imágenes tiene como objetivo la integración de diferentes datos para realzar la información de las imágenes y para incrementar la confiabilidad de su interpretación. En este artículo se presenta la técnica de fusión de imágenes médicas a nivel de escala o de pixel utilizando la transformada wavelet de Haar. Este trabajo es implementado en MATLAB [1] mediante la combinación de información procedente de diferentes tipos de imágenes médicas entre las que se cuenta: resonancia magnética RM y Tomografía axial computarizada TAC. Las imágenes médicas utilizadas para la fusión provienen del conjunto de datos del proyecto Visible Human Project gracias a la Biblioteca Nacional de Medicina NLM, Bethesda, U.S [2].

ABSTRACT

An image is an excellent source of information whenever it is possible to identify and extract different objects that constitute such image in a reliable manner. The image fusion technique aims

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

at integrating different data to enhance the image information and to increase the reliability of its interpretation. This article presents the technique of medical imaging fusion at the level of scale or pixel using the Haar wavelet transform. This work is implemented in MATLAB [1] by combining information from different types of medical images among which there are: magnetic resonance imaging MRI and CT scan. Medical images used for fusion come from Visible Human Project dataset through the National Library of Medicine NLM, Bethesda, U.S [2].

Categorías y Descriptores Temáticos

Mathematics of computing: Mathematical analysis, Numerical analysis, Computation of transforms.

Matemáticas de la informática: Análisis matemático, análisis numérico, el cálculo de transformadas.

Términos Generales

Procesamiento digital de imágenes. Fusión de imágenes médicas. Diagnóstico asistido por computador.

Palabras clave

Fusión de imágenes médicas, transformada discreta wavelet, diagnóstico médico.

Keywords

Medical imaging fusion, discrete wavelet transform, medical diagnostic.

INTRODUCCIÓN

La fusión de imágenes es una herramienta para combinar imágenes de diferentes fuentes usando técnicas de procesamiento digital de imágenes. Su objetivo es integrar diferentes datos para

realzar la información de las imágenes y para incrementar la confiabilidad de su interpretación. Esto significa que la imagen fusionada proporciona datos más exactos y son más útiles que las imágenes originales. La fusión de imágenes puede definirse como la combinación de dos o más imágenes diferentes para crear una imagen nueva, usando un algoritmo determinado [3]. Es relevante mencionar que las imágenes de entrada de la fusión pueden tener diferentes resoluciones espacial, espectral y / o temporal.

La fusión de imágenes se aplica en diferentes campos como son [4]: Realzar las imágenes, mejorar las correcciones geométricas, obtener mejores clasificaciones, detectar cambios usando datos multitemporales, obtener información faltante e una imagen y reemplazar datos defectuosos. Uno de los usos más extendidos de la fusión de imágenes es la mejora de la resolución espacial, a partir de la integración de imágenes de diferentes resoluciones. Sin embargo, en los últimos años, la fusión de imágenes médicas se ha convertido en un área activa de aplicación e investigación debido a su éxito en el diagnóstico asistido por computador CAD.

La fusión de imágenes se puede realizar en algunos de los siguientes niveles: Pixel, Objeto y Decisión [5]. La fusión de imágenes a escala o de pixel corresponde al nivel primario y se refiere a la integración de los niveles digitales presentes en las imágenes. Para ello, se requiere que las imágenes estén en el mismo sistema de referencia espacial y que tengan el mismo tamaño de pixel. La fusión de objetos requiere que, previamente, se hayan extraído objetos (regiones de características similares) de las imágenes originales, usando técnicas de segmentación. Posteriormente, se fusionan y se analizan utilizando técnicas estadísticas. La fusión de decisión o de interpretación requiere que las imágenes sean procesadas individualmente para extraer información que luego se combina para reforzar los elementos comunes y resolver diferencias.

Los métodos evaluados en este artículo pertenecen a la categoría de fusión a escala o de pixel.

TRANSFORMADA WAVELET

El objetivo de la transformada wavelet es descomponer cierta señal en otras denominadas wavelets, las cuales forman una base del espacio de funciones, con ciertas propiedades como ortogonalidad, tamaño, suavidad, duración, etc. Así, este método sería una ampliación del método de Fourier, en el que la señal se descompone en funciones sinusoidales. En este caso, la descomposición se realiza a partir de funciones más complejas, en las cuales no se varía su frecuencia, sino su posición y su escala temporal [6]. En una sola dimensión, la transformación wavelet continua se define como:

$$C(a, b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) dx$$

Donde $\psi\left(\frac{x-b}{a}\right)$ es una función de ventana denominada wavelet madre, en la cual a es un parámetro de escala y b , de traslación.

$C(a, b)$ son los coeficientes de $f(x)$ en el espacio de funciones definido por $\psi\left(\frac{x-b}{a}\right)$.

Debido a que la transformada wavelet incluye información relacionada con el tiempo y la frecuencia, la representación gráfica de esta transformada se realiza en el plano denominado plano tiempo-escala (figura 1). Cada celda representa un valor de la transformada wavelet en dicho plano. Es de destacar el hecho

de que estas celdas tienen un área no nula, lo cual indica que no es posible conocer el valor de un punto particular.

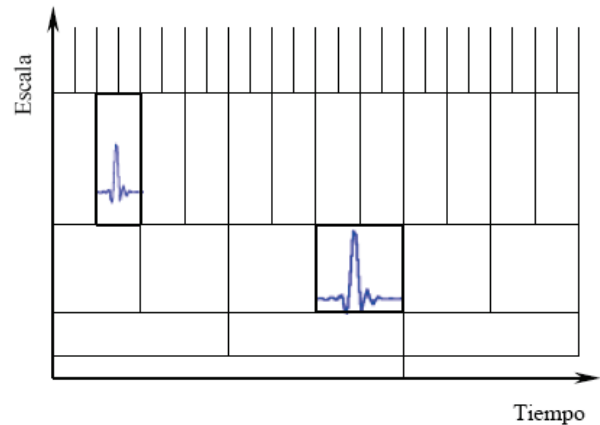


Figura 1. Enrejado tiempo-escala de la transformada wavelet.

Las dos operaciones básicas de escalado y traslación definen el enrejado del plano tiempo-escala. En caso de tener buena resolución temporal, la wavelet madre, representada en el eje inferior, se estrecha, con lo que se pierde resolución en la frecuencia. Si la wavelet madre se ensancha, se pierde resolución en el tiempo, pero se gana en frecuencia. Así variando la anchura y desplazándola por eje temporal, se calcularía el valor correspondiente a cada celda.

Resulta imposible realizar cálculos de los coeficientes para todas las escalas y posiciones, por lo que se recurre a la versión discreta denominada transformada discreta de wavelet TDW.

$$C(a, b) = C(j, k) = \sum_{x \in \mathbb{Z}} f(x) g_{j, k}(x)$$

Se han propuestos numerosos filtros para implementar la TDW, de los cuales uno de los más utilizados es el de Haar. A continuación se muestra este filtro.

Paso bajo: $\frac{1}{\sqrt{2}} [1, 1]$

Paso alto: $\frac{1}{\sqrt{2}} [-1, 1]$

Descomposición Wavelet para Imágenes.

La transformada discreta wavelet posibilita el análisis de las señales en diferentes niveles de detalle. A diferencia de la transformación de Fourier, la de wavelet permite realizar un estudio de la señal teniendo en cuenta la escala, lo que significa que es un método que aprecia los detalles más finos, cosa que no ocurre con Fourier. En la transformación de wavelet se trabaja con una función llamada ondina la cual se adapta al interés de estudio, así como representar señales en diferentes niveles de resolución.

Dado que una imagen se puede entender como una señal bidimensional, esta teoría puede ser útil en el procesamiento digital de imágenes. Enseguida, se muestra un ejemplo de aplicación de una transformación wavelet específica, denominada Haar, a una imagen digital. Esta permite descomponer la imagen en nuevas imágenes, de menor resolución espacial, que representan tanto la semejanza en los niveles digitales como las diferencias entre ellos.

En las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 se muestran los coeficientes obtenidos mediante la transformación Haar.

Tabla 1. Imagen original de 6x6 pixeles.

255	255	255	255	255	255
255	255	0	0	0	0
255	0	255	0	0	0
255	0	0	255	0	0
255	0	0	0	255	0
255	0	0	0	0	255

Tabla 2. Aproximación de 3x3.

255	127,5	127,5
127,5	127,5	0
127,5	0	127,5

Tabla 3. Horizontal de 3x3.

0	127,5	127,5
0	0	0
0	0	0

Tabla 4. Vertical de 3x3.

0	0	0
127,5	0	0
127,5	0	0

Tabla 5. Vertical de 3x3.

0	0	0
0	127,5	0
0	0	127,5

En la figura 2 se muestra la representación gráfica de las tablas 1, 2, 3, 4 y 5. Se aclara que el 255 representa el color blanco y el 0 el negro.



Figura 2. Representación gráfica de las tablas 1 (izquierda), 2 (centro superior), 3 (derecha superior), 4 (centro inferior) y 5 (derecha inferior).

En la figura 4 vemos los resultados de aplicar la TDW a la figura 3 cuya dimensión es de 512x512 pixeles. En la figura 4 se puede ver la imagen resultado del coeficiente de aproximación en la parte superior izquierda, los coeficientes de detalle horizontal, vertical y diagonal se muestran en la parte superior derecha, inferior izquierda e inferior derecha, respectivamente.



Figura 3. Imagen original de 512x512 pixeles.



Figura 4. Imagen resultado de aplicar la TDW.

En forma general, en la figura 5 se muestra el proceso de descomposición wavelet en 2D denominado representación piramidal [7]. A partir de los coeficientes que resultan de la descomposición wavelet en 2D se extraen las características descriptoras que pueden ser utilizadas por ejemplo para reconocimiento de patrones. La síntesis o reconstrucción de la imagen se obtiene aplicando el proceso inverso al descrito.

El proceso de fusión mediante wavelet.

A continuación se expone el proceso de fusión de wavelet tomando como ejemplo la figura 5. Consideremos las imágenes input1 e input2 como X e Y, y la imagen output resultante de la fusión, como Z. Una imagen tendrá en cada escala una representación que vendrá dada por DI y un nivel de actividad AI, de forma que se tiene D_x, D_y, D_z, A_x, A_y . Además se tiene $p=(m,n,k,l)$ que indica el índice correspondiente a un coeficiente en particular, donde m y n expresan localización espacial en una determinada banda de la descomposición, k el nivel de descomposición y l la banda de la representación (aproximación o detalle). Por tanto $DI(p)$ y $AI(p)$ son los valores de la descomposición y del nivel de actividad respectiva.

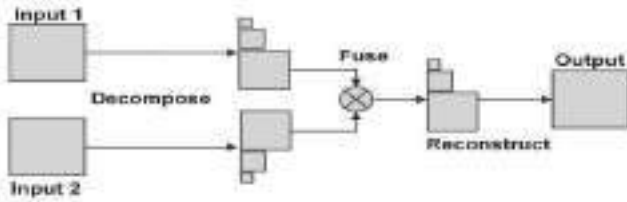


Figura 5. Diagrama de fusión wavelet.

En función de las actividades obtenidas, el objetivo ahora es combinar los coeficientes para lograr definitivamente la fusión. Existen dos alternativas importantes para llevar a cabo esta tarea: selección y promediado.

El promediado conduce a una estabilización de los resultados de la fusión mientras que se eliminan los aspectos derivados del contraste. Esto puede evitarse aplicando esquemas de combinación selectiva, de forma que las propiedades relevantes de las imágenes se mantengan y no se difuminen por el promediado. En cualquier caso es posible combinar ambos esquemas. Algunas técnicas que se pueden aplicar son: selección por mínimos, selección por componentes principales, media ponderada general, media ponderada adaptativa, entre otras.

FUSIÓN DE IMÁGENES MÉDICAS

La comunidad médica tiene muchas aplicaciones en las que aparece el procesamiento de imágenes, a menudo orientadas hacia el diagnóstico de dolencias o enfermedades, entre las que se incluyen radiografías, resonancias magnéticas, tomografías, etc. Este es un campo extraordinariamente amplio donde la mejor fuente de ejemplos y aplicaciones la constituye la revista IEEE trans. Medical Imaging. Aunque, a veces, en algunas revistas de medicina se incluyen diversas aplicaciones basadas en imágenes médicas. Todo esto gracias al desarrollo de nuevas tecnologías de obtención de imágenes en el diagnóstico médico.

Uno de los ejemplos más ilustrativos, tomado para este proyecto, es el de la combinación, en diferentes formas, de la información procedente de dos imágenes de resonancia magnética RM. Sin embargo es sabido que los TAC poseen información anatómica sin información funcional, mientras que las imágenes de RM proporcionan información funcional carente de una base anatómica. Además las RM son de menor resolución que los TAC. Por tanto, con los TAC se pueden detectar lesiones anatómicas con una aproximación de milímetros. Esto no es posible con la RM, sin embargo ésta, al proporcionar información funcional, permite detectar una posible lesión incluso antes de que ésta se produzca. Una posibilidad que está siendo estudiada es la fusión de imágenes procedentes de diferentes sistemas o sensores.

METODOLOGÍA

Para realizar la fusión de las imágenes médicas se usó imágenes del Visible Human Project tomadas directamente de la página web oficial del proyecto (figuras 6 y 7).

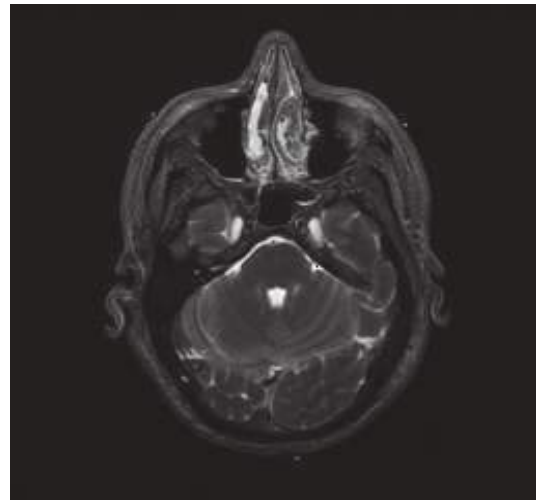


Figura 6. Imagen RM t2 de entrada. Resolución espacial: 256x256 píxeles 96 ppp. Resolución radiométrica: 32 bits.

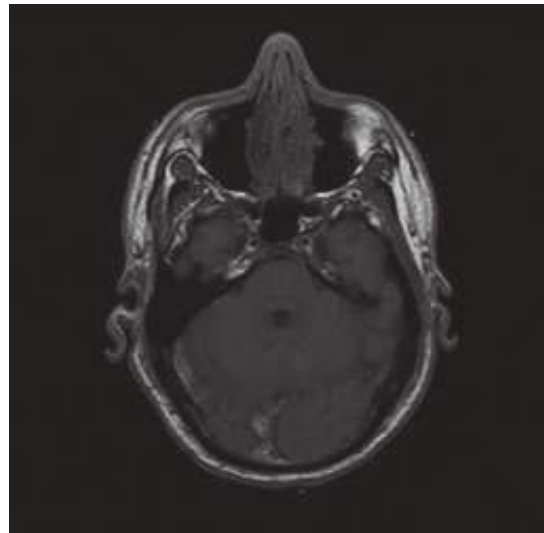


Figura 7. Imagen RM t1 de entrada. Resolución espacial: 256x256 píxeles 96 ppp. Resolución radiométrica: 32 bits.

Allí se pueden encontrar igualmente imágenes TAC e imágenes obtenidas con la técnica de imágenes anatómicas axiales de tamaño 2048 X 1216 píxeles donde cada pixel es definido por 24 bits de color, cada imagen consiste en alrededor de 7,5 megabytes. Una vez obtenidas las imágenes se realizó la caracterización de las mismas obteniendo los siguientes resultados.

PROCESO DE FUSIÓN

Para el proceso de fusión de imágenes médicas se toma como base dos imágenes con la restricción que deben ser del mismo tamaño. Luego, para llevar a cabo el proceso de fusión se ejecutó el procedimiento que se describe a continuación, siguiendo la referencia de [6].

- 1) Descomponer cada imagen en sus coeficientes de aproximación y detalle, utilizando la TDW hasta el nivel de profundidad deseado. Aquí se aplica el siguiente algoritmo:

- Paso 1: Realizar la convolución de las filas con el filtro paso bajo y guardar los resultados.
 - Paso 2: Realizar la convolución de las columnas con el filtro pasa bajo, a partir de los resultados del paso 1.
 - Paso 3: Realizar la convolución de las columnas con el filtro pasa alto, a partir de los resultados del paso 1.
 - Paso 4: Realizar la convolución de las filas de la imagen original con el filtro paso alto y guardar los resultados
 - Paso 5: Realizar la convolución de las columnas con el filtro paso bajo a partir de los resultados del paso 4.
 - Paso 6: Realizar la convolución de las columnas con el filtro paso alto a partir de los resultados del paso 4.
- 2) Se debe conservar los todos los coeficientes tanto de aproximación como de detalle procedente de cada descomposición anterior, con el fin de garantizar la información suficiente para una correcta combinación.
 - 3) Combinar los coeficientes de aproximación y de detalle de cada imagen utilizando uno de los métodos de combinación de coeficientes vistos en el aparte III-B.
 - 4) Con el resultado de la combinación de los coeficientes de aproximación y de detalle anteriormente obtenidos reconstruir una nueva imagen a través de la TDIW.

RESULTADOS

Para la implementación del algoritmo y el procedimiento asociado a la fusión de imágenes y en particular a la fusión de imágenes médicas se tomó como base imágenes de resonancia magnética del tipo t1y t2 que son factores que influyen en la formación de la imagen de acuerdo a tiempos de exactos de medición.

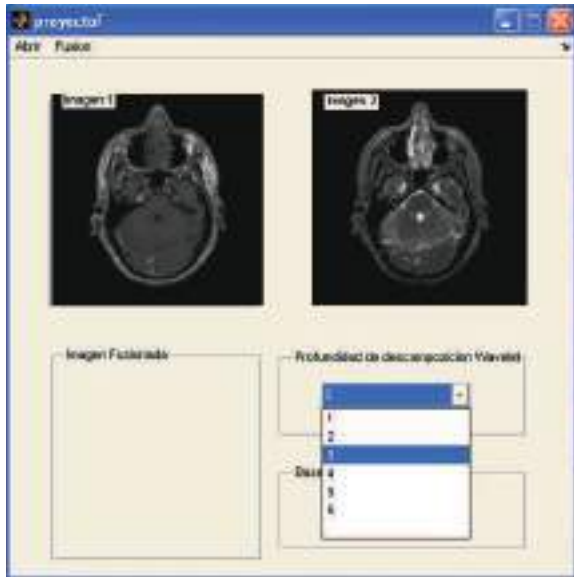


Figura 8. Pantalla principal del software de fusión.

Una vez se tiene las imágenes en el software de fusión se procede a escoger el nivel de descomposición wavelet que se desea aplicar a cada imagen (figura 8). Se debe aclarar que se ha utilizado la transformada discreta wavelets de Haar para el análisis y la transformada discreta inversa wavelet de Haar para la síntesis.

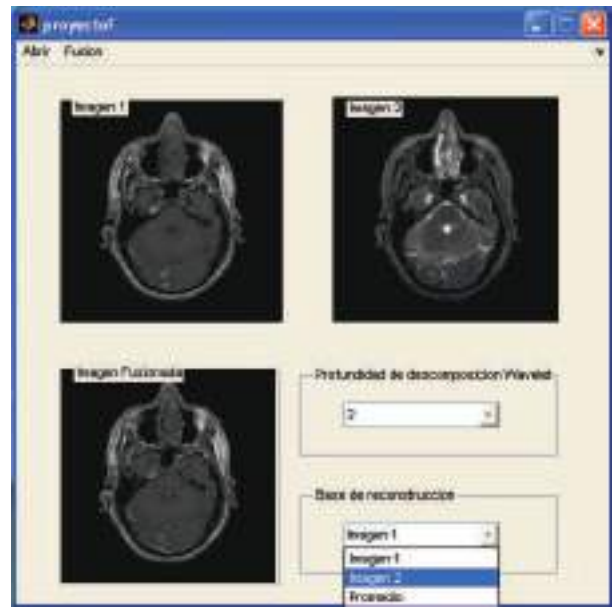


Figura 9. Imagen fusionada en el centro

Una vez se obtiene los coeficientes de aproximación y detalle se procede a realizar la transformada inversa discreta wavelet. En este caso se aplicó un promedio general ponderado a los coeficientes de detalle de las dos imágenes para luego hacer la fusión. Para el caso de los coeficientes de aproximación se tiene tres opciones: tomar solo el coeficiente de aproximación de la imagen 1, solo el de la imagen 2 o un promedio de las dos (ver figura 9).

CONCLUSIONES

La fusión de imágenes médicas es una herramienta que permite extraer la máxima información posible de todos los datos disponible. Facilita, por consiguiente, el diagnóstico, la planificación de una intervención quirúrgica o, simplemente, la obtención de información con facilidad.

EL software desarrollado para los fines de este trabajo permite la fusión de cualquier tipo de imágenes siempre que sean del mismo tamaño, además el código permite implementar otros algoritmos de selección y promediado de coeficientes.

Como trabajo futuro, se ha pensado en permitir agregar etiquetas en los datos, lo que constituye una ventaja más, pues permite utilizarlo con fines didácticos en el estudio de la anatomía.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a los integrantes del grupo de investigación IMAGINET de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por su constante asesoría en el tema de integración de tecnologías y por brindar su laboratorio para los experimentos iniciales.

REFERENCIAS

- [1] MATLAB and Statistics Toolbox Release 2012b, The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, United States
- [2] J. Ackerman, "The Visible Human Project", Proc. of the IEEE, vol. 86, no. 3, pp. 504-511, March 1998.
- [3] Van Genderen J.L. Image fusion revisited. ITC, 2002.

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- [4] Smith John. Image fusión fundamentals. GRS, 2002.
- [5] Rubén Javier Medina, Iván Alberto Lizarazo. Fusión de imágenes satelitales. Primera edición 2004. Universidad distrital Francisco Jose de Caldas. Bogotá
- [6] Gonzalo Palares y Jesús de la Cruz. Visión por computador: imágenes digitales y aplicaciones. Editorial Alfaomega. Segunda edición.2008. México.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=aIUEnBTDrbY>

La Green IT apoyada por tecnologías de virtualización

Luis Felipe Wanumen Silva

Universidad Distrital Francisco José de
Caldas

Cl. 68D Bis A Sur N° 49F - 70
Candelaria La Nueva IV Etapa
(571)3133528584

luhofelipe20002000@gmail.com

Yaqueline Garzón Rodríguez

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas

Cl. 68D Bis A Sur N° 49F - 70
Candelaria La Nueva IV Etapa
(571) 3166166227

yaqueline.garzon@gmail.com

RESUMEN

Las tecnologías de virtualización permiten solucionar muchos de los problemas que hasta hoy han sido comunes en el área de las tecnologías de la información y que han hecho que la única forma de solucionar el problema sea mediante la adquisición de nuevo hardware. Un primer problema es la incompatibilidad en la ejecución de algunas aplicaciones sobre determinada plataforma. Un segundo problema es la necesidad de adquirir hardware costoso cuando se desea que dos entornos de trabajo no concurrentes se ejecuten de manera concurrente y sólo se cuenta con un hardware. Si se solucionan estos problemas sin la ayuda de la virtualización muy seguramente se termina comprando hardware adicional cada uno con su respectiva plataforma que sirva de soporte para la ejecución de las diversas aplicaciones. Con la ayuda de las tecnologías de la virtualización muy seguramente se aprovecha el hardware existente y se permite la ejecución de las aplicaciones o de los entornos incompatibles de forma concurrente sobre el mismo hardware. Esto disminuye

costos, mejora la sostenibilidad tecnológica y disminuye la compra de hardware que consume energía, lo cual es un aspecto importante para la Green IT. Hoy en día la virtualización está permitiendo solucionar estos y otros problemas lo cual es el enfoque del presente artículo.

ABSTRACT

Virtualization technologies allow to solve many of the problems that until now have been common in the area of information technologies that have made the only way to solve the problem is by purchasing new hardware. A first problem is the incompatibility of some applications running on a particular platform. A second problem is the need to purchase expensive hardware when you want two concurrent work environments not run concurrently and only has hardware. If these problems are solved without the help of virtualization very probably end up buying additional hardware each with its respective platform that serves as support for the implementation of the various applications. With the help of virtualization technologies most certainly existing hardware is tapped and the implementation of incompatible applications or environments concurrently on the same hardware it is allowed. This reduces costs, improves technological sustainability and reduces purchasing hardware that consumes energy, which is an important aspect for Green IT. Today virtualization is allowing solving these and other problems which is the focus of this article.

Categorías y Descriptores Temáticos

Software [Operating Systems, Security and Protection, Performance];

Computer Communication Networks [Network Protocols, Local and Wide-Area Networks.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Términos Generales

Virtualization, Green IT, Virtual Machine.

Palabras clave

Virtualización, para virtualización, virtualización completa, virtualización de infraestructura. Computación verde.

Keywords

Virtualization, Green IT.

INTRODUCCIÓN

Tenemos la necesidad de conservar el planeta y cualquier tecnología que ayude en este sentido será bienvenida por la humanidad. En esta dirección la tecnología de la virtualización intenta aumentar la utilización de los servidores [1] y esto por tanto permite hacer aportes sustanciales a la Green IT. En donde se dice que el Green IT vela por el buen uso y aprovechamiento del gasto energético asociado al montaje y ejecución de centros de datos. Se podría decir que la virtualización es una tecnología que ha surgido como resultado de la conciencia energética [2].

De otra parte fruto de la necesidad de cuidar el planeta ha surgido innumerables estudios hechos por grandes compañías para evaluar el rendimiento y el consumo energético de los sistemas que ejecutan máquinas virtuales, todo esto para mejorar la planificación y optimización de los sistemas que usan la virtualización para la gestión de recursos [3]. Se ha llegado incluso a realizar estudios tendientes a predecir la potencia y el rendimiento esperado en el lado del servidor discriminado por núcleos de CPU, memorias y puertos de red [4].

Casi todas las ventajas asociadas al uso de tecnologías de virtualización como apoyo a la Green IT guardan relación unas con otras. Por ejemplo el hecho de decir que la virtualización permite disminuir el uso de hardware usado de una u otra forma está diciendo que se disminuye el consumo energético asociado a dicho hardware. Si se disminuye el hardware de una u otra forma se está diciendo que se disminuye el malgasto de recursos.

OBJETIVOS

El objetivo del artículo es mostrar cómo la tecnología de la virtualización está impactando en temas de Green IT tan importantes como el ahorro en el consumo energético, al disminución de Co2 y la disminución del malgasto de recursos. Adicionalmente se muestran algunas tendencias en el tema en el corto y mediano plazo en el tema de la virtualización mostrando que se está avanzando bastante en el tema, tanto que se están haciendo esfuerzos por crear modelos de referencia con miras a la implementación de soluciones de virtualización pensadas como apoyo a la Green IT.

DESARROLLO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN

LA VIRTUALIZACIÓN COMO APOYO A LA DISMINUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO

Los costos de procesamiento en los centros de datos se deben en gran parte a los costos eléctricos de las máquinas servidoras, ya que éstas por su gran potencia requieren cantidades impresionantes de energía [2]. Por una parte crear máquinas

virtuales sobre un mismo hardware permite que se optimice el uso del servidor, en el sentido que sin la virtualización los tiempos de desuso del servidor son grandes cuando los clientes no usan y aprovechan las capacidades del servidor en tanto que con la virtualización si un cliente no está aprovechando la capacidad de procesamiento del servidor, muy seguramente otro cliente sí lo estará haciendo. De alguna manera se puede decir con certeza que entre más usuarios existan que hagan uso de máquinas virtuales asociadas a un servidor, disminuye la probabilidad de desuso del servidor ya no se requieren tantos servidores, ya que es sólo una máquina la que soporta el procesamiento servidor. La gráfica 1 muestra la disminución que ofrece la sola implementación de máquinas virtuales en un solo servidor si no se usan las modernas técnicas de hibernación que hoy en día están presentes en las soluciones de virtualización. Se tiene en cuenta que en promedio una máquina cliente consume 3 W si se tiene encendida todo el día y una máquina servidora consume 24 W si tiene encendida todo el día.

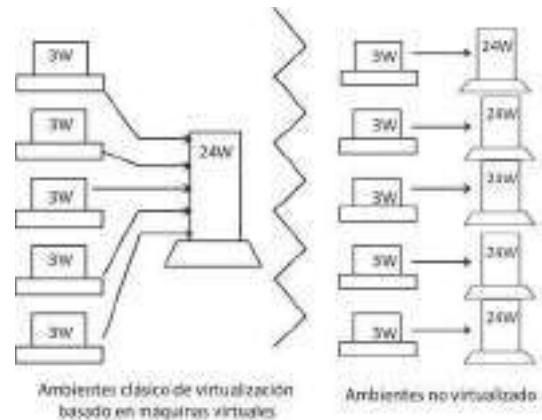


Figura 1. Arquitectura de consumo en ambientes virtualizados si hibernación vs no virtualizados

El consumo mostrado (véase figura 1), puede variar dependiendo de las configuraciones concretas de cada máquina, sin embargo los valores mostrados son valores promedio. En condiciones ideales se supone que no importa el número de usuarios que tenga un servidor, debería tener asociado el mismo consumo de energía, sin embargo esta situación no es tan cierta, en el sentido que cuando un servidor tiene una gran cantidad de usuarios realiza mayor procesamiento y por ende requiere un poco más de energía, sin embargo esta cantidad mayor de energía nunca será igual que la requerida por otro servidor adicional. Hasta ahora el panorama mostrado sobre la disminución del consumo energético no parece ir más allá de lo que realmente se espera con las soluciones estándar de virtualización, sin embargo es bueno mencionar que en el tema de virtualización han surgido avances increíbles que cambian un poco el panorama mostrado en la figura 1. Por ejemplo ha surgido la tecnología que permite que el consumo de poder de la CMOS de las computadoras sea menor a medida que se disminuye la cantidad de procesamiento [5]. Es decir hemos revolucionado el concepto de consumo energético estático por el concepto de consumo energético dinámico y en este sentido la situación puede ser beneficiosa cuando el servidor no tenga tanta cantidad de procesamiento. Esta tecnología permitirá que se ahorre un porcentaje de energía consumida por el servidor cuando la CMOS no tenga gran cantidad de procesamiento.

En los ambientes modernos de virtualización (véase figura 2) se parte del supuesto que con la tecnología de consumo de energía

dinámico la CMOS ahorra 0,2 W por cada cliente que no esté conectado y a pesar que existen cinco conexiones, vamos a suponer que nunca se presentan las cinco conexiones concurrentemente, sino que en el peor de los casos se tienen cuatro conexiones simultáneas, se pueden implementar incluso algoritmos que predicen el número máximo de clientes que en un determinado momento va a tener el servidor y de esta forma cuando un cliente no esté conectado se pone a hibernar la máquina virtual. Una vez ésta esté en estado de hibernación no consume energía en la CMOS del servidor y el algoritmo de consumo de energía dinámico permite que se ahorre 0.2 W de los 24 W que originalmente consumía con una solución clásica de virtualización. Esta situación es mostrada en la figura 2, en donde se hacen uso de formas modernas de virtualización tendientes al ahorro energético mediante la hibernación de máquinas virtuales.

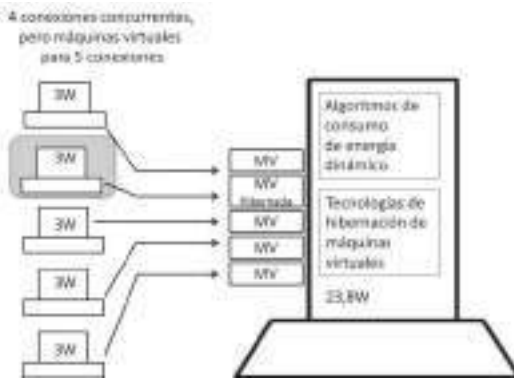


Figura 2. Ambiente moderno de virtualización basado en hibernación de máquinas virtuales.

La segunda máquina cliente (véase figura 2) en un determinado momento no está usando los recursos de la máquina virtual ofrecida por el servidor y en este momento el servidor implementa mecanismos para poner en hibernación a ésta máquina virtual y de esta forma disminuir la cantidad de máquinas virtuales en ejecución en el lado del servidor.

Hay otras mediciones sobre el consumo de energía de un servidor que indican que un servidor consume 383.75W al año cuando se encuentra en estado de reposo y 454.39 W cuando se encuentra en estado de estrés, lo que hace que emita 7731,8 libras de CO2 al año [6]. Sin embargo las mediciones mostradas en la figura 2 se basan en una aproximación real de un experimento hecho durante un día para el consumo energético de un servidor.

LA VIRTUALIZACIÓN COMO APOYO A LA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE CO2

La virtualización en cloud computing es una forma para reducir el calentamiento global. Un informe de la Administración de Información de Energía dice que alrededor del 98 por ciento de las emisiones de CO2 (o el 87 por ciento de todas las emisiones de CO2- equivalente de todos los gases de efecto invernadero) puede atribuirse directamente al consumo de energía [6]. Partiendo de estudios de consumo hechos por terceros en los que se puede obtener que 1 W equivale a 9138.031 gramos [6], se puede decir que en la situación mostrada en la figura 2, se puede concluir que un ahorro de 0.2 W al día, equivale a un ahorro de 73 W al año partiendo del supuesto que el servidor está encendido los 365 días del año. Ahora bien sabiendo que 1 W equivale a 9138.031 gramos tendríamos que 73W equivalen a 667076.263 gramos de CO2. Finalmente sabiendo que 1 Libra equivale a 453.592 gramos

podemos afirmar que 667076.263 gramos equivalen a 1470 Libras al año de CO2.

LA VIRTUALIZACIÓN AYUDA A DISMINUIR EL MALGASTO DE RECURSOS

Hay tres tipos básicos de virtualización que son: 1) virtualización del almacenamiento que elimina la necesidad de usar varios dispositivos de almacenamiento y en lugar de ello usa un único dispositivo de almacenamiento, 2) virtualización de red: que divide el ancho de banda disponible en canales independientes y combina los recursos informáticos en un solo canal y 3) virtualización del servidor que oculta la naturaleza física del servidor [6]. En las gráficas de ambiente moderno y de nube federada (véase figura 2 y 3) se hizo hincapié en la última forma de virtualización, sin embargo cuando se amplía el concepto de virtualización incluyendo la virtualización de almacenamiento y al virtualización de red, se optimiza el uso de recursos de red y de almacenamiento lo que hace que no sólo se mejore el uso de los servidores, sino que el manejo y administración de los dispositivos de almacenamiento, así como el canal de comunicación se ve positivamente mejorado.

En el modelo de nube federada (véase figura 3) se muestra la infraestructura de recursos disponibles en cada sitio. Esto se la llama la capa de infraestructura. En la parte superior de esta capa, se encuentra la capa de virtualización que contiene el hipervisor y las máquinas virtuales (VM). El papel de las máquinas virtuales es alojar las aplicaciones (o parte de las aplicaciones) que se usan para administrar la infraestructura de nube (por ejemplo, el sistema de monitorización) o que se ofrecen a los usuarios finales (por ejemplo, aplicaciones de negocios). Las aplicaciones que se ejecutan en las máquinas virtuales componen la capa de aplicación.

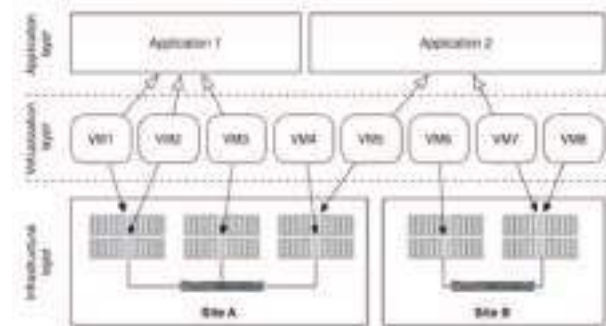


Figura 3. Modelo de una nube federada [7].

Por cada una de las capas mostradas en la figura 3 diversos autores han definido una serie de métricas que permiten finalmente establecer el nivel de uso de los recursos y desarrollar estrategias para disminuir el malgasto de los mismos en cada una de las capas mostradas en la figura 3. La tabla 1 muestra algunas de las métricas para la capa de infraestructura, virtualización y aplicación.

Tabla 1. Métricas que sirven para calcular el consumo de energía del sistema para cada una de las capas de una solución de nube federada [7].

Métricas de la capa de infraestructura	
Métricas	Definición
Utilización de CPU	Promedio de utilización de los procesadores al interior del host. Para cada procesador esta métrica indica qué parte de la capacidad del procesador está en promedio en uso por el sistema.
IOPS	Número total de operaciones de E / S por segundo (cuando se realiza una combinación de pruebas de lectura y escritura)
Disponibilidad	La probabilidad de que una solicitud está correctamente atendida por un huésped específico dentro de un marco de tiempo máximo esperado. Para evaluar este indicador, es necesario comparar el número de solicitudes satisfechas con la cantidad total de las solicitudes recibidas por al host analizado. Tener en cuenta que a nivel de host, la solicitud se refiere a la utilización de una máquina virtual en un host determinado.

Métricas de la capa de virtualización

Métricas	Definición
Uso de CPU	Porcentaje de utilización del procesador por parte de una aplicación que se ejecuta durante un intervalo de tiempo de ejecución. Este porcentaje se calcula usando la relación entre la cantidad de CPU usada y la cantidad de CPU asignada.
Uso de almacenamiento	Porcentaje de utilización del almacenamiento de datos para las operaciones de lectura y escritura en el correspondiente dispositivo de almacenamiento. Este porcentaje se calcula como el cociente entre el espacio de disco utilizado y el espacio en disco asignado.
Uso de dispositivos de entrada y salida	Porcentaje del tiempo de ejecución de procesos en el que el disco está esperando con actividades de escritura/lectura.
Uso de memoria	Relación del tamaño medio de la porción de memoria utilizada por el proceso vs la cantidad total de memoria disponible para la

Consumo de energía	aplicación	El consumo de energía de la máquina virtual analizada en un periodo de tiempo específico.
VM-PUE		Medida de cómo eficientemente una máquina virtual utiliza la energía proporcionada.
VM-EP (Productividad energética)		Relación entre la salida de la máquina virtual en un cierto intervalo de tiempo y la energía consumida
VM-GE (VM Green Efficiency)		Información acerca de la porción de energía consumida por las máquinas virtuales que es producida por las fuentes de energía verde
Métricas de la capa de aplicación		
Tiempo de ejecución de tareas		Tiempo tomado para ejecutar una tarea específica
Ejecución de la aplicación		El tiempo tomado para ejecutar la aplicación completa
Consumo de energía		Consumo de energía de la aplicación

Las métricas para el consumo de energía (véase tabla 1) han sido ampliamente usadas en numerosos estudios y han comprobado que las técnicas de virtualización disminuyen el malgasto de recursos [7] y mejoran notablemente el rendimiento del sistema [8].

RESULTADOS

Si bien es cierto que se ha mostrado como la implementación de soluciones basadas en técnicas de virtualización pueden disminuir el consumo energético, las emisiones de CO2 y el malgasto de recursos, también es cierto que se requiere de una cultura para que las organizaciones adopten el tema de la virtualización pensando en apoyar la Green IT [9]. De otra parte se recomienda no sólo adoptar la virtualización pensando que está de por sí sola, apoyará la Green IT, porque esto no es así; si no se adoptan principios y prácticas propios de la Green IT no se consigue nada con soluciones de virtualización [10]. Se aconseja que las organizaciones comiencen por establecer su estrategia de Green IT mediante la construcción de un framework que tenga en cuenta los aspectos propios de cada organización y que le indiquen el camino que debe seguir y los puntos que se desean mejorar con cada estrategia de virtualización [11].

CONCLUSIONES

Se prevé que en el corto plazo se sigan desarrollando nuevas formas para implementar la virtualización. Es así como ya se han implementado soluciones de “Para Virtualización” que a nivel de usuario final tienen los mismos resultados de la virtualización tradicional, pero que a nivel de rendimiento mejoran notablemente el uso de recursos [8]. Sin embargo en el futuro cercano no sólo se espera que las organizaciones adopten una sólo técnica de

virtualización, sino que posiblemente las técnicas híbridas de implementación de virtualización se impongan [12]. Adicionalmente el auge de tecnologías como la cloud computing ha hecho que el estudio de técnicas de Green IT no sólo se centre en tecnologías como la virtualización, sino que se estén continuamente buscando nuevas tecnologías tendientes a mejorar cada uno de las áreas de la Green IT [13].

Se continúa profundizando en el tema de Green IT y con cada aspecto que se profundiza de este concepto surgen nuevos y más concretos paradigmas basados en “Green”, es así como cada día toman más fuerza conceptos como “Green Software” [14].

Finalmente a pesar que existen muchas propuestas para la implementación de soluciones Green IT en las organizaciones, también se han hecho esfuerzos por modelos de referencia para implementar soluciones de virtualización pensados como apoyo a la Green IT [14] y es posible que en el corto o mediano plazo uno de ellos se establezca como el modelo unificado para implementar soluciones tecnológicas como apoyo a la Green IT.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a los estudiantes de la Universidad Distrital que han hecho aportes para enriquecer el presente artículo y agradecimientos a la Universidad Distrital por darnos el tiempo necesario para la realización del artículo y de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] I. Kim, T. Kim and Y. I. Eom, "NHVM: Design and Implementation of Linux Server Virtual Machine Using Hybrid Virtualization Technology," *Computational Science and Its Applications (ICCSA), 2010 International Conference on*, Fukuoka, 2010, pp. 171-175.
- [2] R. G. Babukarthik, R. Raju and P. Dhavachelvan, "Energy-aware scheduling using Hybrid Algorithm for cloud computing," *Computing Communication & Networking Technologies (ICCCNT), 2012 Third International Conference on*, Coimbatore, 2012, pp. 1-6.
- [3] R. Lent, "Evaluating the Performance and Power Consumption of Systems with Virtual Machines," *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2011 IEEE Third International Conference on*, Athens, 2011, pp. 778-783.
- [4] K. Rattanaopas and P. Tandayya, "Comparison of disk I/O power consumption in modern virtualization," *Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), 2015 International Conference on*, Kuching, 2015, pp. 49-53.
- [5] M. Mezma, N. Melab, "A Parallel bi-objective hybrid metaheuristic for energy-aware scheduling for cloud computing systems" *J. Parallel Distrib. Comput.* 71 (20 II) 1497 -1508.
- [6] B. Yamini and D. Vetri Selvi, "Cloud virtualization: A potential way to reduce global warming," *Recent Advances in Space Technology Services and Climate Change (RSTSCC), 2010*, Chennai, 2010, pp. 55-57.
- [7] C. Cappiello *et al.*, "Monitoring and Assessing Energy Consumption and CO2 Emissions in Cloud-Based Systems," *2013 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Manchester, 2013, pp. 127-132.
- [8] A. B. S., H. M. J., J. P. Martin, S. Cherian and Y. Sastri, "System Performance Evaluation of Para Virtualization, Container Virtualization, and Full Virtualization Using Xen, OpenVZ, and XenServer," *Advances in Computing and Communications (ICACC), 2014 Fourth International Conference on*, Cochin, 2014, pp. 247-250.
- [9] A. K. Akano and W. Campbell, "A Cross-Cultural Survey of the Impact of Organizational Culture on Adoption of Green IT," *Complex, Intelligent and Software Intensive Systems (CISIS), 2014 Eighth International Conference on*, Birmingham, 2014, pp. 177-184.
- [10] S. Murugesan, "Harnessing Green IT: Principles and Practices," in *IT Professional*, vol. 10, no. 1, pp. 24-33, Jan.-Feb. 2008.
- [11] M. H. Paek, "An analytical framework and promotion for Green IT strategy," *2014 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, Busan, 2014, pp. 585-592.
- [12] Y. Dong, X. Zhang, J. Dai and H. Guan, "HYVI: A HYbrid Virtualization Solution Balancing Performance and Manageability," in *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, vol. 25, no. 9, pp. 2332-2341, Sept. 2014.
- [13] Y. S. Patel, N. Mehrotra and S. Soner, "Green cloud computing: A review on Green IT areas for cloud computing environment," *Futuristic Trends on Computational Analysis and Knowledge Management (ABLAZE), 2015 International Conference on*, Noida, 2015, pp. 327-332.
- [14] L. Ma, Y. Chen, Y. Sun and Q. Wu, "Virtualization Maturity Reference Model for Green Software," *Control Engineering and Communication Technology (ICCECT), 2012 International Conference on*, Liaoning, 2012, pp. 573-576.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016
Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=CPLZRhE5PT0>

OPTIMIZACIÓN DE UN PANEL FOTOVOLTAICO POR MEDIO DE CONTROL PID

Diego Cuesta

Universidad Distrital F.J.C.

Facultad Tecnológica

Transversal 70 B N. 73 a 35 s

Bogotá, Colombia

dncuestac@correo.udistrital.edu.co

Jeison Garavito

Universidad Distrital F.J.C.

Facultad Tecnológica

Transversal 70 B N. 73 a 35 s

Bogotá, Colombia

jrhuertanog@correo.udistrital.edu.co

Marco Regalia

Universidad Distrital F.J.C.

Facultad Tecnológica

Transversal 70 B N. 73 a 35 s

Bogotá, Colombia

marcoregalia@hotmail.com

RESUMEN

A medida que el tiempo pasa, los recursos energéticos se van volviendo cada vez más exiguos, costosos y limitados, es por eso que las energías alternativas toman un papel importante al suplir las necesidades energéticas y mitigar el calentamiento global. Sin embargo, esta tecnología está en fase de desarrollo.

De tal manera este texto describe un método para mejorar la captación de energía solar de un panel fotovoltaico ya que su funcionalidad depende de la cantidad de rayos solares que inciden sobre su superficie, pues éstos, no siempre son perpendiculares a la superficie en el transcurso del día, lo que reduce su desempeño. Este asunto puede cambiar al diseñar un prototipo por medio de software CAD, (Computer Aided Design) y de construcción por corte láser con un seguidor de un solo eje, para así poder seguir la

inclinación solar. Su funcionamiento está orientado para ser autónomo, dirigiendo permanentemente el sistema en dirección al sol, mejorando su eficiencia en más de un 20%. [1]

ABSTRACT

As the passage of time energy resources become scarce, expensive and limited, so that alternative energy take an important role in meeting the energy needs and mitigate global warming. However, this technology under development. So this paper describes a method to improve solar energy capture of a photovoltaic panel for its functionality depends on the amount of rays incident on its surface. Which they are not always perpendicular to this during the day, reducing its performance. This problem, be corrected when designing a prototype software using CAD (Computer Aided Design) and laser cutting construction whose dynamic follower, consist of a single axis, to determine solar inclination. The other operation is designed to be autonomous, permanently orienting the system towards the sun, improving its efficiency by more than 20%.

Categorías y Descriptores Temáticos

J.7 computers in other systems: and control, Industrial control, Process control

Palabras clave

Panel fotovoltaico, control, función de transferencia

Keywords

photovoltaic panel, control, transfer function

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

INTRODUCCIÓN

La energía solar es natural, por consiguiente ecológica e inagotable, pero la forma de captarla es compleja debido a que, el sol está en constante movimiento. De ahí que, se hace necesario el conocimiento de esta dinámica, para la construcción de un prototipo capaz de obtener su máximo provecho.

El planeta Tierra tiene dos movimientos, uno sobre su propio eje llamado rotación, que enmarca los días y las noches. Y un segundo movimiento llamado traslación, que es cuando la Tierra gira alrededor del Sol, denotando los años dentro de una trayectoria eclíptica. [5]

Dicho proceder, requiere de un sistema que nos permita ubicar el astro en el cielo, como los son las coordenadas celestes, que con un conjunto de referencias determinan la altitud y así mismo la inclinación de un astro. Esto nos permite delimitar la construcción de un seguidor solar implantado por varias etapas [14] con un grado de libertad para determinar la inclinación solar.

La primer etapa implica la identificación de un modelo o prototipo que satisfaga todas las necesidades de diseño en las que se ha de seleccionar el material más adecuado para la construcción respecto al peso y las prestaciones estructurales, en la segunda etapa, se deben reconocer todas las variables que intervienen en el sistema, completando las ecuaciones que relacionan velocidad versus ángulo de la función de transferencia, herramienta matemática que nos permitirá desarrollar un sistema de control fiable, y garantizará el cumplimiento de todos los objetivos. Finalmente en la última etapa, una interfaz gráfica permitirá al usuario el monitoreo de un óptimo funcionamiento de todo el sistema. [12]

MARCO TEÓRICO

A continuación, se hará el estudio, y análisis, de las variables que por naturaleza mecánica intervienen en el prototipo y así plantear las bases necesarias para construir el diseño de control. [4] Un diagrama de bloques que describe tal proceso es el planteado como en la figura 1

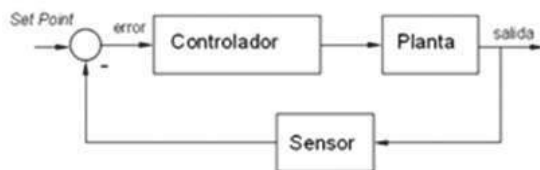


Figura 1. Diagrama De Control Fuente: Del Autor

En este bosquejo se idealiza la planta como el prototipo a construir, que inicialmente se proyecta con un motor de corriente continua d.c y una carga, por lo cual se estudiarán las relaciones matemáticas (eléctricas y mecánicas), que modelan el sistema como lo son las propuestas en la figura 2

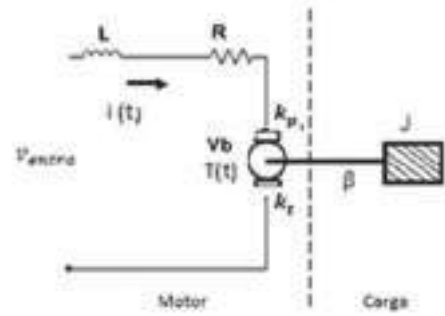


Figura 2. Modelo Matemático Del Sistema, Fuente: Del Autor

Donde: Para El Motor L = inductancia motor; R = Resistencia motor; i = corriente en el motor v_b = Fuerza Electromotriz (velocidad de el eje); $T(t)$ = par motor; k_p = constante (Relación voltaje y velocidad angular); k_t = constante del motor. Para la carga β = Fricción Viscosa; j = momento de inercia.

El concepto que permite relacionar las variables que intervienen en el sistema se define por el momento torsor declarado como la fuerza necesaria para desplazar una carga en un instante de tiempo (t) y se halla como el producto de una constante que representa una ganancia natural propia del motor por la corriente.

$$T(t) = K_t i \quad (1)$$

Ahora bien, la carga representa la oposición a dicho desplazamiento, y es debida a la suma de la fricción (β) mas la inercia (J). Definida como:

$$T = J \frac{d^2 \theta}{dt^2} + \beta \frac{d \theta}{dt} \quad (2)$$

De tal forma, si remplazamos (1) en (2) tenemos una relación evidente. La fuerza necesaria que el motor requiere para desplazar la carga debe de ser igual a la oposición que esta representa.

$$k_t * i = J \frac{d^2 \theta}{dt^2} + \beta \frac{d \theta}{dt} \quad (3)$$

Sin embargo, el objetivo es encontrar una Función de Transferencia que relacione la entrada (tensión) versus la salida (ángulo), lo cual es posible, solo en el dominio de la frecuencia por lo que esta relación se transformará por medio de la transformada de laplace obteniendo

$$k_t * i = J s^2 \theta + \beta s \theta \quad (4)$$

Si bien es cierto, la igualdad (4) tiene un solo valor de interés, el ángulo (θ), por ende se trabajará en otro concepto fundamental, propio al modelo de el motor, y es una ley de tensiones de kirchhoff, la cual define que la sumatoria de las caídas de tensión en un circuito cerrado será igual a cero, obteniendo lo siguiente:

$$v = Ri + L \frac{di}{dt} + k_p \frac{d \theta}{dt} \quad (5)$$

De igual forma que el caso anterior, es necesario transformar al dominio de s por medio de laplace, teniendo:

$$V(s) = R I + L S + k_p S \theta \quad (6)$$

Despejando de la ecuación (6) corriente (i) obtenemos

$$i = \frac{v(s)k_p s \theta}{r + Ls} \quad (7)$$

A tal punto, podemos relacionar las dos variables de interés en una igualdad, al remplazar (7) en (4).

$$\frac{v(s)k_p s \theta}{r+Ls} * k_t = J s^2 \theta + \beta s \theta \quad (8)$$

Al Desarrollar algebraicamente obtenemos la Función de Trasferencia que enmarca el modelo matemático como el cociente de la respuesta al sistema, versus la señal de entrada. Que será la base de el controlador.

$$\frac{\theta}{v(s)} = \frac{k_t}{(r + Ls) * (Js^2 + \beta s) + k_p s k_t} \quad (9)$$

DISEÑO DE EL PROTOTIPO

El desarrollo de la planta se realizará, por medio de software asistido por computadora (CAD), ya que es una herramienta que usa la simulación como método para el diseño y la exploración de modelos editables de fácil manejo, permitiendo reducir costos y tiempo.[11] Para su construcción se usará la extrusión por corte laser, para obtener piezas de buena precisión y calidad, y de ensamblaje rápido por ajustes finos, sin necesidad de uso de adhesivos.[13] Constará de motores convencionales de corriente directa (d.c), de 14 voltios, ensamblados por medio de una caja reductora, con el objeto de reducir la velocidad y aumentar el momento torsor. Pues se ha de mover una carga, compuesta por un eje que brinda acoplo a dos sensores fotoeléctricos Light Dependant Resistor (LDR), de funcionamiento simple basado en la variación de la resistencia eléctrica de un semiconductor a la exposición de luz. [9] Es por esto que se hace necesaria la construcción de un foco lumínico, que aparente el movimiento del sol, ya que se hace necesario realizar las pruebas suficientes que permitan poner el controlador en óptimo desempeño. Todo este conjunto se monitoreará por medio de un microcontrolador arduino, pues es de fácil programación y bajo costo, además se comunicará con una interfaz gráfica con la computadora, que le permitirá al usuario interactuar con el sistema. En la figura 3 se puede apreciar el modelo CAD de la planta.



Figura 3. Modelo CAD de La Planta Fuente De El Autor.

IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA

La precisión al identificar las variables que componen la función de transferencia, como herramienta matemática que relaciona la entrada del sistema tensión vs salida ángulo, propiciará el éxito del controlador, en tal medida como lo mencionábamos anteriormente, el modelo matemático que soporta dicha relación, se da en la ecuación (9)

Al Analizar las variables del sistema es pertinente señalar que las constantes asociadas al motor se determinan bajo su diseño de construcción en otras palabras, las define el fabricante, y se pueden hallar por pruebas de laboratorio, si este no las provee.

Por otro lado las variables propias a nuestro diseño están enmarcadas por el momento de inercia, definida como el producto de una Fuerza por distancia, es decir es el efecto que hace girar un cuerpo entorno a un eje. Las fórmulas matemáticas para hallar los momentos de inercia para diferentes cuerpos se pueden consultar en [16]

Además, partiendo de las propiedades básicas de la materia como masa, volumen y área, encontramos fórmulas matemáticas para controlar nuestro sistema, las cuales se encuentran en la figura 4, propiciada por el software CAD.

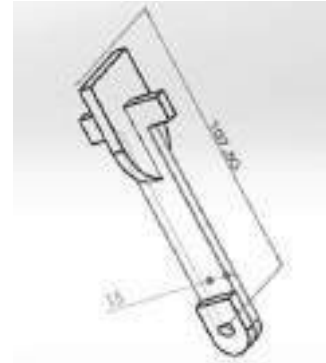


Figura 4. Dimensiones brazo Seguidor en mm Fuente de el autor.

Masa = 20.22 Gramos

Volumen= 16847.62 mm³

Área De La Superficie = 9845.95 mm²

La inercia de él solido está dada por

$$I = \frac{1}{3} Ma^2$$

Donde: M es masa en kg

a es distancia lateral de el brazo en mm

Remplazando Tenemos:

$$I = \frac{1}{3} 0.021(0.1075)^2 = 8.08910^{-14} \text{ Kg. m}^2$$

Por tanto la función de transferencia para el seguidor será

$$\frac{1.168 * 10^5}{s^3 + 19.45s^2 + 85.23s}$$

DISEÑO DEL CONTROLADOR

En este punto se debe analizar el comportamiento del sistema, por medio de la ubicación de las raíces del polinomio característico del denominador de la función de transferencia, conocidos como polos y las raíces del numerador llamadas ceros, ubicados en un plano complejo.[3] Este método es conocido como el lugar geométrico de las raíces (Root Locus Method), y fue postulado por Walter Evans en 1.948.[7]

Su importancia reside en el hecho, de ser una herramienta que relaciona los polos y ceros con la salida del sistema. [6] y que al modificar su ubicación se puede obtener una nueva respuesta que cumple con los requerimientos de diseño de forma óptima es decir, una respuesta de comportamiento rápido, suave y de nulas perturbaciones. En la figura 5 se evidencia el lugar geométrico de las raíces del sistema y en la figura 6 su respuesta ante un impulso.

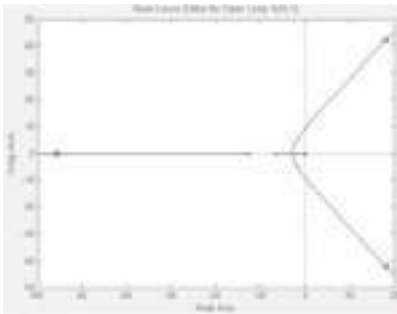


Figura 5. Lugar geométrico de las raíces del sistema Fuente: de el autor

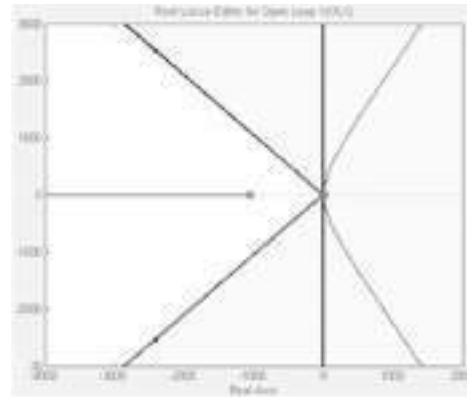


Figura 7. Respuesta del sistema ante un impulso Fuente: de el autor

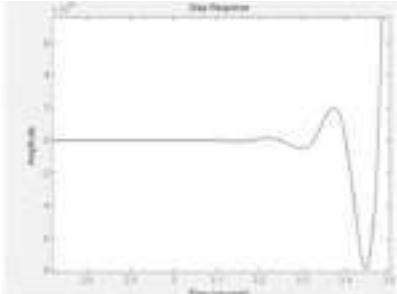


Figura 6. Respuesta del sistema ante un impulso. Fuente: De el autor

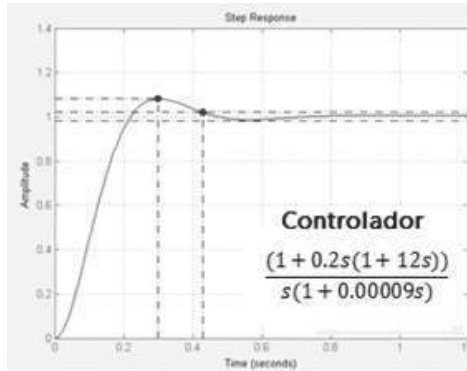


Figura 8. la respuesta del sistema al usar un controlador PID Fuente: De el autor

Como se muestra en la figura 6 la respuesta del sistema es naturalmente inestable, por consiguiente se deben agregar más polos o ceros (el conjunto que conforma el controlador) que permitan reubicar los polos al lado izquierdo del gráfico, donde según la teoría de control el sistema se hace estable. Según el elemento que se agregue (polo o cero), se caracteriza el tipo de controlador como (pi) proporcional integral, (pd) proporcional derivativo o (pid) proporcional integral derivativo. [15]

Esto se deberá realizar por medio de un software de análisis numérico como: Matlab (*Matrix Laboratory*) o Scilab.[10]; de forma manual o automática, bajo el uso de un método de optimización, entre los que se destacan Ziegler y Nichols (1942), Cohen and Coon (1953), O'Connor and Denn (1972), Borresen and Grindal (1990) entre otros. [1]

Una vez, definido el método a usar, según sus características y facilidad de uso, se autosintonizará el sistema a punto que cumpla con los criterios de diseño. Para éste sistema se ha definido así: un tiempo de respuesta de 3 segundos y un porcentaje de elevación máximo de la respuesta ante un paso unitario del 5%. En la figura 7 se observan las restricciones del sistema denotadas por la región gris, y en la figura 8 se observa la respuesta del sistema rectificadas al usar un controlador compuesto por tres polos y un cero, y por tanto es (Proporcional –Integral- Derivativo) PID.

Es así como llegamos a diseñar una interfaz gráfica, intuitiva y de fácil manejo para el usuario, que le permite encender los bombillos led del brazo foco, variar su velocidad y supervisar en tiempo real la señal obtenida por los sensores LDR, además de poner en marcha y detener todo el sistema. Ver figura 9



Figura 9. Interfaz De el Sistema Con El Usuario Fuente: De el autor

CONCLUSIONES

El diseño asistido por computadora CAD, permitió la construcción de un prototipo estable y con cualidades estéticas y ergonómicas, además, con la implementación del método de

extrusión láser, con el que se cortaron las piezas, se logró un ensamble limpio y rápido sin necesidad de adhesivos.

La elección de los materiales, tales como la madera MDF y el plástico ABS, brindó ventajas para facilitar el transporte y el ensamble del modelo, ya que las piezas son lo suficientemente resistentes para armar y desarmar.

La precisión con la que se definieron las variables que modelaron el sistema fue la adecuada, gracias al uso de las herramientas de análisis estructural del software CAD, brindando las cifras necesarias y significativas para el cálculo de las magnitudes físicas, tales como: Peso, longitud y volumen del prototipo, garantizando que el modelo matemático obtenido representara fielmente el sistema.

La autosintonización fue una herramienta que ayudó a ahorrar tiempo al calcular el controlador más adecuado, debido a que en su cálculo se predeterminó como criterio de diseño, el asegurar la estabilidad del sistema, minimizando las afectaciones debidas a las perturbaciones del medio. Por tanto el diseño de control se puede usar en tareas de seguimiento solar.

La interfaz gráfica representa la información de forma adecuada, para que sea de fácil comprensión para cualquier usuario, permitiéndole interactuar con el sistema; sin embargo, la obtención de las variables mediante el microcontrolador arduino presenta un retardo de lectura, lo que implica una relentización del proceso.

REFERENCIAS

- [1] Anaya Pérez, M.E Prototipo fotovoltaico con seguimiento del Sol para procesos electroquímicos.
- [2] Benítez Baltazar, V.H. & Pacheco Ramírez, J.H., 2007. Diseño de Controladores P, PI y PID para el Comportamiento Dinámico de una Servo-Sistema Hidráulico, Basado en el Desarrollo Experimental. pp. –21.
- [3] Cuadros Villegas, A. alfredo, 2011. Reconstrucción Y Reconversión De Una Maquina De Extrusión Soplado Para El Laboratorio De Procesamiento De Plásticos.
- [4] Escobar Mejía, A., Londoño Holguín, M. & Osorio, J.C., 2010. Diseño E Implementación De Un Seguidor Solar Para La Optimización De Un Sistema Fotovoltaico. *Scientia et Technica Año XVI*, (44), pp.245–250.
- [5] Greeanpeace, Energía Solar para Nuestra Vida Cotidiana. *solarizarte*.
- [6] Myszka, D.H., 2014. *Maquinas Y Mecanismos*. Cuarta Edi. PEARSON, ed., Mexico.
- [7] Palma, M., 2013. Lugar Geométrico De Las Raíces. *Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño*, 1.
- [8] Pérez venzor, J. & Pereyra Roman, L., 2013. *Polos Ceros Y Estabilidad*,
- [9] Ramón Pallás, A., 2005. *Sensores y acondicionares de señal* Cuarta Ed. Marcombo.
- [10] Rocha Nuñez, J.M. & Gpe, H.L.E., *Análisis del Lugar Geométrico de las Raíces (LGR) o Método de Evans*,
- [11] Rojas Lazo, Oswaldo; Rojas Rojas, L., 2006. Diseño asistido por computador. *Industrial Data*.
- [12] Salgado, L., 2010. *Diseño y construccion de un sistema de control para la orientacion de un concentrador solar cilindrico-parabolico este-oeste*. Instituto Politécnico Nacional.
- [13] Schwab, L., 2011. Máquinas y Herramientas. *Colección Encuentro Inet*.
- [14] Utili, L., Barriga, B. & Domínguez, D., 2007. Diseño Y Fabricación De Un Brazo Robot De Cinco Grados De Libertad Articulado Verticalmente. *Octavo Congreso Iberoamericano De Ingeniería Mecánica*.
- [15] W Botton, 2001. *Ingenieria De Control* Segunda Ed. Alfaomega, ed., Mexico.
- [16] Zemansky, S., 2009. *Fisica Universitaria* Decimo Seg. Addison-Wesley, ed., Mexico.
- ..



PRESUPUESTOS: Diseño de un Software como herramienta para el control de las finanzas de Pequeñas y Medianas Empresas

José Luis Hugo Díaz Biffano
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 582-5222
hugo.diaz@metropoli.edu.mx

Jorge J. Juárez
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 582-5222
jorge.jaime@metropoli.edu.mx

Franco Rojas López
Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 582-5222
franco.rojas@metropoli.edu.mx

Vidal Armas Torres

Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 582-5222
vidal.armas@metropoli.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo muestra el proceso para la elaboración del presupuesto de un proyecto de inversión, enumera la información necesaria para su desarrollo y muestra como fluye la información para obtener los presupuestos de ventas, compras, gastos y los estados financieros pro-forma, así como la evaluación económica financiera.

ABSTRACT.

The current paper shows the process to design an investment

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

project budget. It enumerates the necessary information for its development; it shows how information flows in order to obtain budgets sales, purchases, expenses and pro-forma financial statements, as well as the financial economical evaluation.

Keywords

Presupuestos, finanzas, software, control.

INTRODUCCIÓN

La administración contribuye a tener un mejor funcionamiento en toda actividad económica, representa un plan para el logro de metas y objetivos. De acuerdo a diversos autores la administración requiere de un proceso que va de la Planeación, Organización Dirección y Control.

La planeación representa el primer paso del proceso administrativo, se establece una prospectiva de lo que se quiere lograr.

Durante el proceso de planeación se deben de cuantificar los objetivos de las organizaciones y expresarlo en términos cuantitativos o monetarios para establecer el ¿Cuánto y cuándo del objetivo?, identificar y evaluar los diversos escenarios, proyectar los posibles resultados que ayuden a tener certeza en el logro del objeto social.

En el proceso administrativo, dentro de la planeación se desprenden siete etapas o las llamadas “7 Ps. de la planeación”:

Las Políticas, Premisas, Planes, Programas, Procedimientos, Pronósticos y PRESUPUESTOS, estas etapas de la planeación contribuyen a desarrollar objetivos específicos, cuantificables como menciona [1] en su libro Administración una perspectiva global y empresarial.

Burbano [2] cita en su texto Presupuestos *“los presupuestos representan la expresión Cuantitativa formal de los objetivos que se propone alcanzar la administración en un período, adoptando las estrategias necesarias para lograrlos”*, y de acuerdo a Del Rio [3] cita en su texto El Presupuesto es *“La estimación programada, en forma sistemática, de las condiciones de operación y de los resultados a obtener por un organismo, en un periodo determinado”*, bajo esta óptica se menciona que los presupuestos representan la parte cuantitativa de los objetivos, contribuye a obtener diversos escenarios y datos duros para tomar decisiones, establecer responsabilidades y determinar cuánto y cuando de un objetivo.

Las finanzas es una parte de la Economía que se centra en las decisiones de inversión y obtención de recursos financieros [4] para decidir en qué y cuánto invertir, se requiere de la elaboración de un proyecto de inversión que determine la viabilidad, factibilidad y rentabilidad del proyecto.

Para estimar la rentabilidad del proyecto se requiere de la elaboración de un **presupuesto** de inversión, los estados financieros presupuestados y la valoración económico financiera del proyecto para determinar la rentabilidad futura del proyecto.

Los sistemas de información son un instrumento que facilita la toma de decisiones, nos ayuda a identificar, clasificar, enumerar todos y cada uno de las partes que conforman los elementos para la toma de decisiones, para diseñar un sistema presupuestal es necesario auxiliarse de sistemas informáticos que ayuden a conjuntar y generar el presupuesto expresado en estados financieros Pro- forma, aplicar la evaluación económico financiera y determinar su rentabilidad probable.

Los estados financieros presupuestados o también llamados pro-forma son una proyección del balance general, estado de resultados, y el flujo de efectivo; [5], indica que otra forma de pronosticar las necesidades y excedente a corto plazo es elaborar estados financieros pro-forma, los cuales permiten llevar a cabo la evaluación económica financiera de un proyecto.

Los estados financieros presupuestados son la suma de todos los presupuestos (de ventas, costos, gastos, capital e inversiones), derivan de un sistema de control presupuestario integral y requieren de una coordinación. El desarrollar de forma mensual en los dos primeros años el presupuesto del estado de resultados y de los flujos de efectivo administrativo en un proyecto de inversión en activos tangibles, permite identificar el exceso o la falta de recursos económicos; considerar donde invertir los excedentes o identificar las alternativas de financiamiento para subsanarlo en base a los escenarios.

Los presupuestos están interrelacionados con los objetivos de la organización, los ingresos, los costos, gastos, las inversiones en activos financieros y los activos tangibles; cuando se elaboran es importante plantear posibles escenarios para establecer las premisas que generen un mayor beneficio al proyecto.

El desarrollar un programa informático que permita obtener resultados de acuerdo a los datos proporcionados facilita la toma de decisiones, ahorra tiempo y permite generar diversos escenarios; El programa informático es una herramienta que ayuda al estudiante, emprendedor o empresario a identificar el monto de las ventas, el volumen de compras, el costo unitario hasta por cuatro productos y los resultados de la evaluación económico financiera del proyecto de inversión todo esto reducir la incertidumbre y para tomar una decisión.

Diseño del Software

El programa desarrollado está orientado a una empresa de transformación, considera los tres elementos del costo (materia prima, mano de obra y gastos de fabricación) y estructurado por cedulas que alimentan a los estados financieros Pro Forma.

Burbano [2] en su libro “Presupuestos” menciona sobre las variables Controlables y no controlables, a considerar en la preparación del presupuesto y considerar las siguientes variables:

Economía. Considerar el crecimiento macro y micro del entorno del proyecto, el Producto Interno bruto esperado, el comportamiento de la inflación, las tasas de interés de los financiamientos entre otros factores económicos.

Socio Cultural. Identificas el comportamiento del consumidor de acuerdo a sus costumbres, su región, su cultura, la facilidad de encontrar personal especializado para desarrollar el proyecto.

Políticos y Legales. Considerar la apertura del mercado, si te encuentras en una zona de libre mercado o un mercado controlado o restringido, verificar las existentes leyes o reglamentos que regulen la producción o venta o del producto.

Tecnológicos. Enumerar las diferentes corrientes tecnológicas que influyen en el proyecto.

Ecológicos. Tomar en cuenta la sustentabilidad del proyecto y su impacto en el medio ambiente.

Estadística. Utilizar métodos de cálculo de pronósticos, las series cronológicas y otros métodos que son claves para minimizar el grado de incertidumbre.

Finanzas. Proporcionar herramientas para elaborar, analizar y evaluar los resultados generados en el proyecto, identifica las necesidades o excedentes de recursos, contribuye a determinar el ciclo de efectivo. Las finanzas aportan instrumentos de análisis y evaluación como el punto de equilibrio y los índices que consideran el valor del dinero a través del tiempo como Valor Presente neto, Tasa Interna de retorno, Valor económico agregado.

Administración. Proporcionar elementos en la planeación, la coordinación de actividades y recursos, los flujos de información, la evaluación de los resultados y los diferentes escenarios para el logro de los objetivos del proyecto.

En un proyecto los estados financieros pro-forma o presupuestados representan la proyección o los resultados probables, Weston [5] indica que otra forma de pronosticar las necesidades y excedente a corto plazo es formular estados de

resultados y balances generales proyectados o estados financieros pro-forma, los cuales permiten evaluar la posición financiera que se prevé para una empresa.

Los estados financieros presupuestados son el resultado o la suma de todos los presupuestos, derivan de un sistema de control presupuestario integral y requieren la coordinación de todos los departamentos de la organización, de adaptarse a las variables externas dependientes e independientes que influyen en su realización.

Cuando se realiza un proyecto por varios años se recomienda la elaboración de presupuestos mensuales en base al ciclo económico anual; el estado de resultados nos muestra como a lo largo de un año se distribuyen y comportan las ventas, el flujo de efectivo muestra cómo se generan los recursos mostrando los meses con escases o exceso. Cualquier pronóstico acerca de requerimientos financieros implica determinar la cantidad de dinero que se necesitará durante un período específico, determinar qué cantidad de dinero generará la empresa internamente durante el mismo período, planear los recursos requeridos para fijar los fondos financieros externos una vez utilizados los generados por el proyecto.

Para iniciar el Presupuesto en un proyecto nuevo, es importante considerar la información arrojada por el estudio de mercado como: la demanda del producto, quienes son tus consumidores directos, considerar los distribuidores e intermediarios, los diferentes tipos de oferentes y el tipo de mercado al que se enfrentarán como: Monopólico, Oligopólico o de libre mercado, la posición con la que inicia el proyecto en el mercado, identificar si es un mercado alto, mediano o de baja competencia, el precio de venta de introducción a los clientes (no tiene que ser los consumidores finales).

Para elaborar el presupuesto y utilizar el programa es necesario contar con la siguiente información:

1. Nombre, razón social o denominación del proyecto.
2. Número de años del presupuesto.
3. Número y nombre de cada uno los productos del proyecto (máximo 4).
4. Balance inicial (aportación inicial de los inversionistas, desglose del vencimiento de las obligaciones).
5. Monto total de la inversión del proyecto.
6. Tasa esperada de rendimiento del proyecto.
7. Tasa de interés del financiamiento (cuando se solicite crédito), plazo de pago en meses del financiamiento con periodo de gracia (cuando aplique).
8. Precio de venta unitario de cada producto.
9. Capacidad instalada mensual por producto.
10. Plazo promedio de crédito a otorgar a los clientes.
11. Número de días para el abasto o suministro de materia primas para la producción.
12. Número de días para materiales en el proceso de producción y en el almacén de productos terminados.
13. Plazo promedio de crédito que otorgan los proveedores.
14. Costos unitarios de materia prima por producto.
15. Número de trabajadores que se encuentran directamente en la producción, sueldo mensual de cada puesto, prestaciones, ésta información es por turno.

16. Número de empleados por área de trabajo, producción (gerente de producción, supervisores, personal de apoyo que no se encuentre en las líneas de producción pero que este en el área de forma indirecta), personal administrativo y de ventas determinado su sueldo mensual de cada puesto y sus prestaciones generales representado en porcentaje (en México el porcentaje de prestaciones oscila del 6 al 9 %).
17. Estimado de gastos mensuales por área o departamento (de producción, de administración de ventas y los costos y gastos financieros operativos), porcentaje de impuestos sobre nómina, para la aportación patronal sobre vivienda (INFONAVIT) y el seguro social (IMSS), tasa de impuesto a la utilidad.
18. Prorrato de la mano de obra y los gastos de fabricación de cada producto.

El primer elemento de los presupuestos son las ventas, de este punto se desprende el presupuesto de costos y gastos para determinar la rentabilidad del proyecto y obtener los flujos netos para obtener la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.), el Valor Presente Neto (V.P.N.), Valor Económico Agregado (Economic Value Added, E.V.A.) entre otros indicadores.

Cuando el proyecto no cuenta con un historial de sus ventas se recomienda utilizar el método de Punto de Equilibrio para determinar el volumen de ventas, para aplicar el método se debe determinar los costos variables, los costos fijos, más la utilidad deseada y los impuestos de acuerdo a la utilidad esperada, el resultado es número de unidades a vender o el volumen de ventas para cubrir el total de los costos; es importante comparar el resultado con:

1. La capacidad instalada de producción, con el fin de verificar que la producción esperada no rebase a la capacidad instalada del proyecto.
2. El volumen de ventas determinado que esté de acuerdo con el estudio de mercado.



Figura 1. Procesos a seguir en la elaboración del Software

Cuando la empresa cuenta con ventas históricas y el proyecto está relacionado con el historial de ventas (cinco años) se recomienda utilizar el método estadístico de regresión y correlación lineal de Mínimos Cuadrados, para determinar la tendencia de crecimiento, es importante considerar las variables externas que influyen en el

logro de las ventas, como el crecimiento del Producto Interno bruto, crecimiento del mercado regional, nacional y global.

Al determinar las ventas como primer elemento se derivan los demás elementos del presupuesto como: compras, mano de obra, sueldos y salarios, gastos departamentales, impuestos y se resumen en los estados financieros pro-forma.

Para diseñar el programa informático de presupuestos, se establecieron cedulas de presupuestos, las cuales son interrelacionadas y cuya información alimenta los estados financieros pro-forma.

A continuación se presentan las cedulas presupuestales y su correlación con los estados financieros pro-forma.

Para determinar el primer elemento del estado de resultados y determinar el presupuesto de ventas y de cuentas por cobrar (clientes), se necesita de la siguiente información:

1. El precio de venta unitario al consumidor inmediato (distribuidor-vendedor etc.)
2. Información sobre el proyecto de cuantas unidades puede producir mensualmente por producto (capacidad instalada) y cuantas estima vender mensualmente.
3. Establecer el plazo promedio de crédito otorgado a clientes en días.

Tabla 1. Información requerida por el Software. Parte 1.

Información inicial	Cedula de información	Presupuesto de:	Estado financiero
Capacidad de producción mensual del proyecto por unidad y turno	Cedula de capacidad instalada y aprovechada		Estado de resultados
Precio de venta unitario	Cedula de precio de venta unitario.	-Ventas.	Flujo de efectivo.
Plazo de crédito a clientes	Cedula de Inventarios y ventas	-Cuentas por cobrar	Estado de resultados para cálculo de E. V. A.
	Cedula del ciclo de efectivo.		

Para determinar el primer elemento del Costo (materia prima) y del estado de Costo de producción y ventas, así como el presupuesto de compras e inventarios y de cuentas por pagar (proveedores), se necesita de la siguiente información:

1. El costo por materia prima que integra el costo unitario, por producto (material A, material B, etc.)
2. El número de días de abasto de materiales para la producción.
3. El número de días de abasto de materiales en el proceso de producción
4. El número de días de abasto de producto terminado para la venta
5. El plazo promedio de pago a proveedores en días.

El plazo promedio de pago a proveedores en días.

Para determinar el segundo elemento del Costo (mano de obra) y de los sueldos y salarios por departamento, así como las partidas que conforman el presupuesto de gastos departamentales se necesita de la siguiente información:

1. El número de trabajadores y empleados por departamento (mano de obra directa, personal del área de producción como gerentes, supervisores entre otros, en gastos de fabricación, personal administrativo y de ventas), el sueldo por puesto, porcentaje de prestaciones a los empleados (aguinaldo, vacaciones, de acuerdo a México oscila del 6 al 10 % sobre el sueldo)
2. El porcentaje de prestaciones de seguridad social (IMSS) e INFONAVIT
3. El porcentaje a pagar de impuestos estatales sobre nominas

Tabla 2. Información requerida por el Software. Parte 2.

Información inicial	Cedula de información	Presupuesto de:	Estado financiero
El costo por materia prima que integra el costo unitario, por producto.	Cedula del Costo unitario de materia prima.		Estado de costo de producción y ventas
	Cedula de Inventarios y ventas	-Compras.	Estado de resultados
El no. de días de abasto de materiales para la producción	Cedula del ciclo de efectivo.	- Proveedores. -Inventarios	Flujo de efectivo.
El plazo promedio de pago a proveedores en días			Estado de resultados para cálculo de E. V. A.

Tabla 3. Información requerida por el Software. Parte 3.

Información inicial	Cedula de información	Presupuesto de:	Estado financiero
El número de trabajadores, sueldo, % prestaciones	Cedula Sueldos y salarios.		Estado de costo de producción y ventas
	Cedula de gastos departamentales	-Sueldos salarios y -Gastos departamentales	Estado de resultados
El porcentaje de prestaciones de seguridad social (IMSS) e INFONAVIT			Flujo de efectivo

El porcentaje a pagar de impuestos estatales sobre nóminas	Estado de resultados para cálculo de E. V. A.
--	---

Para determinar el tercer elemento del Costo (Gastos indirectos de fabricación) y de los gastos por departamento se necesita de la siguiente información:

1. El gasto mensual por partida y por departamento.
2. Monto de la inversión en activos tangibles y el porcentaje de depreciación.
3. Porcentaje de impuesto a la utilidad.

Para elaborar el Estado de Situación Financiera pro-forma se necesita de la siguiente información:

1. Balance general inicial o aportaciones en efectivo o en especie de los inversionistas al proyecto.
2. Monto de la inversión, (detallado de los activos tangibles y del Capital de trabajo).
3. Tasa de rendimiento del proyecto y tasa de interés del crédito (cuando aplique).
4. Monto del crédito y su plazo total en meses, así como el periodo de gracia del crédito.

Tabla 4. Información requerida por el Software. Parte 4.

Información inicial	Cedula de información	Presupuesto de:	Estado financiero
El gasto mensual por partida y por departamento	Cedula de depreciaciones y amortizaciones.	-De inversión	Estado de costo de producción y ventas
	Cedula de gastos departamentales	-Gastos departamentales	Estado de resultados
Monto de la inversión en activos tangibles			Flujo de efectivo
			Balance General
Porcentaje de impuesto a la utilidad			Estado de resultados para cálculo de E. V. A.

Tabla 5. Información requerida por el Software. Parte 5.

Información inicial	Cedula de información	Presupuesto de:	Estado financiero
Balance general inicial o Aportación del proyecto			Balance General
		De inversión	Estado de resultados
Monto de la inversión analizado Capital de trabajo y activos	Cedula de depreciaciones y amortizaciones		Flujo de efectivo

tangibles				
Monto del crédito y su plazo total en meses, como periodo de gracia del crédito	del su total en así el de del	Tabla de amortización de crédito	-Gastos departamentales	Estado de resultados para cálculo de E. V. A.

Resultados obtenidos con la aplicación del software

Los resultados que pueden obtenerse empleando el software de presupuestos son:

1. Estados financieros Pro-forma: Balance general, estado de resultados, flujo de efectivo.
2. Valuación económica financiera: Valor presente neto (V.P.N.), Tasa Interna de retorno (T.I.R.), Factor Costo Beneficio, Tiempo de recuperación de la inversión a valor presente (T.R.I), Valor económico agregado (E.V.A.).
3. Sensibilización del proyecto.
4. Presupuestos de: ventas, compras, gastos, de inversión, de inventarios.

Tabla 6. Información requerida por el Software. Parte 6.

Estado financiero Pro-forma	Evaluación económica financiera	Presupuestos de:
Balance general, estado de resultados, flujo de efectivo	Valor presente neto Tasa interna de retorno Tiempo de recuperación de la inversión	Ventas. Compras. Gastos. De Inversión. De Inventarios.
	Valor económico agregado	
	Resultados de la sensibilización del proyecto	

Conclusiones.

Al generarse los resultados del presupuesto por medio del programa informático se cuenta con elementos para generar diversidad de escenarios, contribuye a establecer un sistema de control presupuestal se evalúa los resultados con indicadores que consideran el valor del dinero a través del tiempo y facilita la toma de decisiones sobre el proyecto.

Referencias.

[1] Kountz H, Weihrich H, y Cannice M. (2008). *Administración una perspectiva global y empresarial*, México: México. p. 119
 [2] Burbano J. (2011). *Presupuestos*. México: Mc. Graw Hill. P.9
 Baca G. (2006). *Evaluación de Proyectos*. México: Mc. Graw Hill.
 [3] Del Rio C. (2002). *El Presupuesto*, México: ECASA pp. 1-7

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

Munier J. (2008). *Evaluación de Proyectos Industriales*, México: Colección pensamiento económico.

[4] Martín, S. (2016). Finanzas. 1-07-2016, de Expansión Sitio web:

<http://www.expansion.com/diccionario-economico/finanzas.html>

[5] Weston F, (2007). Finanzas en Administración. Mc. Graw Hill. Novena edición. Vol. II

[6] Coss R. (1986). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión*, México: Limusa.

[7] Moreno Fernández J. (2003). *Planeación Financiera*, México: CECSA.

[8] Ramírez D. (2002). *Contabilidad Administrativa*, México: Mc. Graw Hill.

[9] Warren F. (2005). *Contabilidad Administrativa*, México: Thomson.

[10] Facultad de Contaduría Pública. *Presupuestos*. UNAM, <http://fcasua.contad.unam.mx/apuntes/interiores/docs/98/8/presupuestos.pdf>

[11] Vía Definición ABC

<http://www.definicionabc.com/economia/finanzad.php>



Sistema Colombiano de Geo-localización con agentes inteligentes para la logística de trasplante de riñón.

Felix Andrés Sánchez Rivera
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
+57 313 478 62 24
fasanchezr@correo.udistrital.ed
u.co

Jheshua Dannand Jared
Larrota Alferez
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
+57 305 712 38 03
jdlarrotaa@correo.udistrital.edu.
co

Miguel Ángel Leguizamón Páez
Universidad Distrital
Francisco José de Caldas
+57 310 698 76 23
Bogotá., Colombia
E-mail:
maleguizamop@udistrital.edu.
co

RESUMEN.

Este artículo describe las características del sistema de Geo-localización utilizando agentes inteligentes para la logística de trasplante de riñón basada en el protocolo IPv6, el objetivo, simplificar de manera efectiva y eficiente la disposición, tanto del órgano a trasplantar como del receptor que pertenece a una lista de espera. Este proceso se lleva a cabo en primera instancia por los agentes inteligentes que evalúan cada aspecto del órgano y su compatibilidad con la lista de espera, al mismo tiempo habrá una triangulación entre el órgano y el receptor dando transparencia y equidad al proceso.

ABSTRACT.

This article describes the system features Geo-location using intelligent agents for logistics kidney transplant based on the IPV6 protocol, objective, simplify effectively and efficiently provision, both the donor organ and recipient it belongs to a

waiting list. This process is carried out primarily by intelligent agents that evaluate every aspect of the organ and its compatibility with the waiting list at the same time there will be a triangulation between the organ and the recipient providing transparency and fairness to the process.

Palabras clave.

Geo-Localización, Geo-posicionamiento, Agentes Inteligentes (Jade), Donación, Trasplante, Ipv 6, Riñón, Donante.

Keywords.

Geo-location, Geo, Intelligent Agents (Jade), Donation, Transplantation, IPV 6 Kidney Donor.

INTRODUCCIÓN.

Según el hospital universitario San Vicente en Medellín, después de cuatro décadas de experiencia, los progresos en el campo de los trasplantes han sido muy importantes. Los avances científicos hacen posible que un gran número de pacientes puedan beneficiarse de esta práctica en todo el mundo. Sin embargo, el tiempo es una barrera para la realización de estos tratamientos. Aunque los trasplantes pueden salvar miles de vidas y transforman la calidad de vida de miles de pacientes, muchos enfermos mueren o deben continuar con su tratamiento ya que hay órganos que al tener un tiempo de vida del muy limitado reducen estas probabilidades. Por otro lado, la Geo-localización ha sido de vital importancia para la humanidad, desde que el ser humano empezó a guiarse por señales de humo y la posición de las estrellas, hasta la nuestros días por medio de dispositivos GPS y aplicaciones como Google maps utilizadas la programación de rutas geográficas, para una movilización

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

eficiente, el monitoreo de mensajería y uso particular, teniendo en cuenta que esta tecnología es asequible y abajo costo para usuarios que deseen usarla, incluso en sus dispositivos móviles (smartphone).^[1]

Cada uno de los aspectos descritos anteriormente requieren de un protocolo de comunicación seguro, rápido y eficiente para unificar la tecnología de Geo-localización con la medicina en pro de la logística de trasplante de órganos. Es por eso que el protocolo IPv6 satisface los requerimientos necesarios para su implementación, con respecto a IPv4 por su escasa disponibilidad de direcciones Ip.

DEFINICIONES.

Riñones.

Son órganos del tamaño de un puño de la mano alojados a cada lado de la columna, por arriba de la cintura. Su principal función es filtrar y limpiar la sangre eliminando los productos de desecho y produciendo orina.^[2]

Donación de órganos.

La donación de órganos consiste en la toma órganos y tejidos sanos de una persona para trasplantarlos en otras. Según el Ministerio de Salud colombiano “Que los órganos de una persona donante pueden salvar o ayudar hasta 55 personas”.^[3] Los órganos que se pueden donar incluyen:

Órganos internos: riñones, corazón, hígado, páncreas, intestinos, pulmones.

Tejidos: Piel, Hueso -médula ósea, Córnea, Vasos sanguíneos, Válvulas cardíacas, Cartílagos y tendones.

Trasplante de órganos.

El trasplante de órganos se considera como un tratamiento médico que ofrecen excelentes resultados en la calidad de vida de las personas, además de prolongarla. Por medio del cual órganos, tejidos y células enfermas son reemplazados por las de un donante.^[4]

Donación.

Es la extracción de órganos y tejidos con fines de trasplante de una persona que durante su vida o después de su muerte por su expresa voluntad o la de sus familiares o cónyuges.

En Colombia, cuando la persona fallece se determina si es apto para convertirse o no en donante, previó a lo cual se solicita consentimiento para la donación a la familia o se valida la información si la persona está inscrita en la base de datos como donante (hecho en vida por el donador), con lo cual finalmente se pueden extraer los órganos y tejidos.

Cuando una persona presenta muerte encefálica se considera apto para ser donante, pero sí la persona fallece por una falla cardíaca, solo se pueden donar sus tejidos.

En vida se puede donar un órgano par como un riñón, a un familiar o persona relacionada, siempre y cuando se cumplan con los requisitos establecidos en la normatividad colombiana vigente.

Para la donación de órganos no se tiene límite establecido de edad, pero en el caso de los menores de 18 años, solo se puede ser donantes por consentimiento de los padres.

Aclarando que la donación de órganos no se contextualiza como un negocio, no se recibe dinero por donar órganos y/o tejidos, ni por ser trasplantado.^[5]

Donante.

Es aquella persona que durante su vida o después de su muerte por su expresa voluntad o la de sus deudos autoriza de extraer los órganos y tejidos con fines de trasplantados a una persona en lista de trasplante.^[6]

Trasplantado.

Se denomina como a aquel individuo que es beneficiado en la intervención médica con órganos y/o tejidos de un donante con el objetivo de obtener una mejor la calidad de vida, además de prolongarla.^[7]

Geo-localización.

La Geo-localización es la capacidad de fijar coordenadas geográficas a la información por medio de equipos informáticos. La generalidad de la tecnología GPS en dispositivos de uso personal como los teléfonos móviles y ordenadores personales ha permitido que esta esté al alcance de la sociedad.^[8]

GPS.

Denominado como sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas geográficas de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Las coordenadas pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las capturas se pueden realizar en cualquier momento del día. Para la obtención de coordenadas el sistema se basa en la determinación simultánea de las distancias por medio de 4 satélites. Estas distancias se obtienen a partir de las señales transmitidas por los satélites, las que son recibidas por receptores especialmente diseñados.^[9]

Red informática.

Se denota como un conjunto de equipos conectados por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transporte, que importan exportan información (datos), permitiendo ofrecer servicios por medio de la red como (acceso a internet, e-mail, chat, juegos), etc.

Técnicamente es: “Una red de comunicaciones es un conjunto de medios técnicos que permiten la comunicación a distancia entre equipos autónomos”^[10]

Google Maps.

Google Maps es un servicio gratuito basado en un servidor de aplicaciones de mapas en la web que pertenece a Alphabet Inc. Ofrece imágenes de mapas desplazables, como también fotografías satelitales del mundo e incluso traza la ruta entre diferentes ubicaciones.^[11]

Tecnología IPv6.

Protocolo de internet que está destinado a sustituir a IPv4 (2³²), cuyo límite en el número de direcciones de red admisibles está empezando a restringir el crecimiento de Internet y su uso, El nuevo estándar mejorará el servicio globalmente; por tener capacidad de asignación de (2¹²⁸).^[12]

Agentes inteligentes.

Un agente inteligente es una entidad software que, basándose en su propio conocimiento, realiza un conjunto de operaciones destinadas a satisfacer las necesidades de un usuario o de otro programa, bien por iniciativa propia o porque alguno de éstos se lo requiere. Los agentes inteligentes se consideran cualquier cosa capaz de percibir un entorno o medio ambiente a través de sensores y actuar en el mismo mediante de efectores, además poseen la habilidad de comunicarse con otros agentes. En ocasiones, los agentes son desarrollados como entidades que constituyen un sistema, a este sistema se le denomina Sistema Multiagentes (SMA), en donde los agentes interactúan y se comunican entre ellos, para darle solución a un problema.^[13]

J.A.D.E. (Java Agent Development Framework).

Es un middleware utilizado para el desarrollo de sistemas multiagente bajo el estándar FIP, el cual puede ejecutarse simultáneamente en varios sistemas confirmando una plataforma.^[14]

La georreferenciación.

Hace referencia al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas. Este proceso es utilizado frecuentemente en los sistemas de información geográfica. La Geo-referenciación posee una definición tecno-científica aplicada a la existencia de las cosas en un espacio físico, mediante el establecimiento de relaciones entre las imágenes de rastreo o vector sobre una proyección geográfica o sistema de coordenadas. Por ello, la Geo-referenciación se convierte en central para los modelados de datos realizados por los Sistemas de Información Geográfica (SIG).^[15]

Encaminamiento (Enrutamiento).

Establece una ruta entre una dirección origen y una dirección destino. Posibilitaría una evolución de este sistema y se podría utilizar en caso de lugares con diferentes accesos y caminos de llegada o diferentes tipos de vía. No sólo se marca el punto final o de llegada, sino que se define el sitio por el que se tiene que llegar. Se realizan rutas prefijadas en las cuales se pueden planificar puntos o sitios de paso, o rutas específicas (el GPS o el usuario del sistema, siguen las instrucciones fijadas por el interesado o creador de rutas). El encaminamiento es especialmente interesante en aquellos lugares en los que el GPS no resulta operativo o provoca rutas que no son las habitualmente utilizadas por los habitantes de la zona o usuarios de algún punto o establecimiento. Esto permite no solo no tener que saber dónde está el lugar, sino no tener que elegir entre varias rutas posibles eligiendo la más rápida, la más cómoda o la que más se adapte a nuestras necesidades. El proceso de enrutamiento es sencillo, ya que muchos de los sistemas GPS como el utilizado en este trabajo Oruxmaps o Garmin son capaces de recordar y almacenar rutas, siendo estas fácilmente exportables.^[16]



Figura 1. Sistemas GPS.^[17]

Con esas coordenadas se han generado archivos de datos, cuyo encabezamiento es el nombre del Hospital y el contenido dividido en núcleo poblacional al que pertenece el hospital. (véase figura 1). Con todo esto se han generado bases de datos en los que existe una correspondencia entre Hospitales y barrios al que pertenecen y sus correspondientes coordenadas. Estas bases de datos se encuentran en Google maps para su posterior consulta. Y en los casos que el receptor no tiene un Smartphone se dispone de la ubicación de este para triangularla en caso que sea necesario y poder obtener una posición geográfica que permita la geo referencia y el enrutamiento.

Por un lado, la geo localización de pacientes con alteraciones en la orientación y que son independientes en sus actividades, con riesgo de desorientación; sea el caso de los pacientes con demencias en fases iniciales.

Los servicios salubres y empresas de salud también están utilizando estos sistemas para ubicar los diferentes servicios que puede suministrar una empresa determinada de acuerdo a su localización geográfica.

ANÁLISIS DEL ENTORNO.

Un óptimo estado de salud es lo ideal de todo ser humano, sin embargo, hay factores que pueden afectar el bienestar de un individuo padeciendo enfermedades (diabetes - cáncer - cálculos - hipertensión, entre otras). En su mayoría este tipo de anomalías requieren de tratamientos de por vida para quienes padecen. Sin embargo, en la mayoría de casos se requiere de un trasplante para poder brindar una solución que contrarreste las mencionadas enfermedades.

En Colombia la logística de trasplantes de órganos en sus inicios no era realizada de forma sistemática, lo que generaba la pérdida de órganos aptos para trasplante. Con la implementación del CRT (Centro Regulador de Trasplantes), garantiza la transparencia en el proceso de donación de órganos y con la implementación del RDTC (Sistema Nacional de Información y Registro Nacional de Donación y Trasplante), almacena el registro de los trasplantes en Colombia.^[18]

Este proceso se escribe de manera abreviada a continuación:

- Se tiene el órgano donado.
- Se requieren exámenes médicos de compatibilidad de uno o varios receptores a comparar con las pruebas de compatibilidad del órgano.

- La junta médica analiza y determina la compatibilidad entre los posibles donantes y el órgano (teniendo en cuenta la lista de espera).
- La lista de espera está basada en criterios médicos que dan prioridad a los casos médicos de consideración urgentes o más aptos para el trasplante.
- Se notifica a los posibles donantes, de manera telefónica o vía correo para acercarse a el centro médico para realizar exámenes de compatibilidad.
- Sí, el órgano requiere ser trasladado a un punto de coordenadas geográficas, para realizar el trasplante, se procede a su envío sea por medio aéreo (aeronaves fuerza militares) – terrestre (Ambulancia). No se tiene Geo-localización del órgano.
- Se realiza el registro del trasplante en el software RDTC.

La persona que hacen parte de la lista de espera, para trasplante de riñón, es necesario que se realice exámenes periódicos con el fin de hacer seguimiento a su estado de salud, que incluyen:

- Exámenes de sangre o de la piel para verificar si hay infecciones.
- Exámenes del corazón como una electrocardiografía, ecocardiografía o cateterismo cardíaco.
- Exámenes para buscar cáncer precoz.
- Histotipado y determinación del grupo sanguíneo para determinar que no haya a rechazo por parte del receptor.

Normatividad legal.

En Colombia desde 1988, la normativa con referencia a la donación de órganos ha presentado contradicción y no ha sido reformada por el Congreso de la Republica; ahora si una persona en vida no se opone a que de su cuerpo se extraigan órganos o tejidos después de su fallecimiento, y sus deudos dentro de las 6 horas siguientes al fallecimiento o muerte cerebral no expresan su oposición, será tratado como un donante (LEY 73 DE 1988 Artículo 2).^[19] Sin embargo, el Senado de la República aprobó el proyecto de ley sobre donación de órganos con 25 artículos entre los que pretende: Todos colombianos será donante de órganos a menos que en vida manifieste que no desea serlo y sus deudos no se podrán impedir dicha decisión. De esta manera se pretende incentivar en Colombia la donación de órganos, incrementado la demanda para contrarrestar enfermedades.^[20]

ANÁLISIS TECNOLÓGICO.

En Colombia cada actividad involucrada al realizar algún tipo de trasplantes no se hace con ayuda de ningún tipo de software intervenga en la selección del receptor, únicamente se basa en el registro de los trasplantes realizados y de los pacientes en lista de espera lo que ha implicado que las personas que esperan un trasplante presente deterioro en su salud, por los tiempos de espera prolongados debido a la poca inversión tecnológica por parte del Estado. A nivel internacional se pueden evidenciar algunos trabajos que se desarrollan sobre la salud y que han sido aporte para esta investigación. El uso de agentes inteligentes encaminados a desarrollar software en la rama médica de una manera eficiente solventando las necesidades de la información de pacientes y los profesionales de la salud, de tal manera que

las sugerencias y/o decisiones que podría ofrecer el software sean dignas de confianza.

Otra tecnología que presta una solución innovadora y eficiente es la Geo-localización, esta permite determinar la mejor ruta entre un punto de partida y un destino, lo cual puede ser aprovechado por un agente inteligente que en colaboración con otros agentes pueda realizar un análisis de compatibilidad órgano-receptor más eficiente y en simultaneo, además, determinaría la factibilidad en la coordinación del traslado tanto del órgano a trasplantar como de receptor al punto de encuentro donde se realizara el trasplante, lo anterior teniendo en cuenta el tiempo de vida que le queda al órgano y así coordinar eficaz y eficientemente su desplazamiento por medio de la configuración en cada uno de los agentes .

SOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

El proceso que se llevaría a cabo, para la logística de trasplante de riñón teniendo en cuenta a JADE como contenedor de cada uno de los agentes inteligentes que estarían a cargo de las diferentes funciones que describiremos a continuación de cada proceso.

El primer agente se alimentaría con los resultados de los exámenes practicados al riñón y analizaría estos valores en base a tamaño, tipo de tejido entre otros y con los exámenes practicados a los pacientes como tipo de sangre, muestras para determinar células cancerígenas, según sea la lista de espera a nivel nacional que se encontraría alojadas en una base de datos, determinando su porcentaje de compatibilidad (véase figura 2). Si llegase a darse el caso que más de un paciente tiene el mismo porcentaje de compatibilidad por parte del primer agente inteligente se tendrá en cuenta el análisis del segundo agente. Este procedimiento también aplicaría si solo el agente arrojara un solo candidato.



Figura 2. Agente Inteligente Análisis De Resultados

El segundo agente tendrá la función de analizar la mejor trayectoria de desplazamiento que vaya a tener tanto el órgano, como el donante en referencia a la menor distancia que se llegará a recorrer, sea vía terrestre por ambulancias y/o aérea por aviones, helicópteros de la fuerza aérea; como el tiempo de vida del órgano es menor a 48 horas para el riñón, es crucial para realizar un trasplante exitoso, el agente se alimentara por las coordenadas longitud y latitud del órgano y de los posibles beneficiarios del trasplante, sea el caso que el primer agente haya arrojado más de un paciente con igual porcentaje de compatibilidad. (véase figura 3).



Figura 3. Agente Inteligente Selección De Mejor Ruta.

Se tendría tres posibles escenarios, el primero, sea que el órgano no tenga que ser trasladado a otro centro médico, porque este ya cuenta con las características para realizar el procedimiento, solo tendría que desplazarse el paciente seleccionado por los agentes inteligentes, a las coordenadas donde se encuentre el órgano.

El segundo escenario, exista la posibilidad que el órgano si tenga que ser trasladado hacia un centro de salud de mayor nivel, porque el centro médico inicial no cuenta con las herramientas para realizar el procedimiento quirúrgico, adicionalmente se requeriría el traslado del paciente hacia el centro de mayor nivel.

El ultimo escenario, solo el órgano tendría que ser trasladado hacia donde yace encuentre el paciente beneficiado, débase a hospitalización por monitoreo clínico, el cual permite evitar que su estado de salud empeore.

El tercer agente inteligente, notificara a los posibles receptores de cuando tendrían que acercarse al centro de salud asignado, con el objetivo de realizarse exámenes de actualización de resultados. Además, informaría en tiempo exacto al receptor seleccionado, para que se acerque al centro médico a realizar el trasplante. En última instancia interactúa el tercer agente en notificar a cada centro médico, donde allí se encuentre un órgano apto a trasplantar, si requiere traslado, o no, en caso que sí, especificar el centro médico para realizar el procedimiento.

Inicialmente esta propuesta es una alternativa que se plantea para la ayuda de toma de decisiones medicas por medio de agentes inteligentes y localización, para su posterior implementación en mediano plazo.

RESULTADOS ESPERADOS.

Cuando un problema es muy complejo de resolver, la comunicación entre los agentes se presenta descomponiendo ese problema en procesos más simples otorgando una probabilidad de éxito mayor.

En primera instancia los agentes inteligentes tendrán funciones que se dividirán en los diferentes aspectos de la donación de órganos de la siguiente manera:

- Se analizaría los datos de compatibilidad del órgano disponible se debe hacer un análisis a la lista de espera a nivel nacional para tomar los candidatos a practicar el trasplante.

- Se debería realizar la Geo-localización y el posterior enrutamiento según sea alguno de los tres escenarios.
- El sistema se configuraría notificando por medio de una alarma, si es necesario realizar un desplazamiento del órgano y/o pacientes, según sea el escenario hacia un centro médico.
- El sistema se le alimentaria con exactitud, de la hora en la que se extrajo el órgano, con función de establecer el lapso de vida del órgano, para posteriormente seleccionar el mejor enrutamiento.
- Una vez se cuente con la certeza del favorecido, se debe realizar una notificación por cada uno de los medios que haya suministrado el receptor, la función de notificación la realizaría el tercer agente inteligente.

CONCLUSIONES

Las variables del proceso de donación no cambian, sin embargo, se visualizará una optimización del tiempo de respuesta con respecto al proceso que actualmente se lleva a cabo debido a lo siguiente:

- La junta médica tendría menos casos de estudio debido a que los agentes inteligentes realizarían la valoración y posterior selección de los cuadros clínicos.
- La Geo-referencia permitiría triangular la factibilidad de hacer llegar el órgano al receptor en poco tiempo.
- Se respetarían las prioridades y se podrían tener en cuenta los casos que posiblemente hayan escapado a los órganos de control.
- Esta propuesta tendría mayor transparencia en cada proceso, lo cual garantizaría que los posibles receptores perciban menor tiempo de respuesta en el proceso de donación
- La disposición del transporte de órganos sería aprovechada de forma eficiente por parte de los agentes inteligentes que garantizaría minimizar el agotamiento del órgano por el tiempo transcurrido.

REFERENCIAS.

- [1] 5.3. *Geolocalización para personas y animales - Geolocalización* (no date) Available at: <https://sites.google.com/a/student.ie.edu/sistgeolocalizacion/aplicaciones-practicas/etologia> (Accessed: 5 April 2016).
- [2] *Cáncer de riñón* (2016) Available at: <https://medlineplus.gov/spanish/kidneycancer.html> (Accessed: 18 July 2016).
- [3] Medina, J. (2012) *Preguntas Frecuentes*. Available at: <http://www.ins.gov.co/donante-de-organos-y-tejidos/Paginas/preguntas-frecuentes.aspx> (Accessed: 5 April 2016).
- [4] Medina, J. (2012) *Preguntas Frecuentes*. Available at: <http://www.ins.gov.co/donante-de-organos-y-tejidos/Paginas/preguntas-frecuentes.aspx>

tejidos/Paginas/preguntas-frecuentes.aspx (Accessed: 5 April 2016).

^[5] Medina, J. (2012a) *Leyes*. Available at: <http://www.ins.gov.co/normatividad/Paginas/leyes.aspx> (Accessed: 5 April 2016).

^[6] *Ministerio de Salud - Donación de Organos* (2012) Available at: <http://www.minsa.gob.pe/premio/preguntas.html> (Accessed: 5 April 2016).

^[7] webmaster (2013) *¿Qué es un trasplante?* Available at: <http://www.innsz.mx/opencms/contenido/investigacion/comiteEtica/trasplante.html> (Accessed: 5 April 2016).

^[8] Rodríguez Benito, E. (2010) *La Geolocalización, Coordinadas hacia el Éxito*. Available at: <http://campus.usal.es/~comunicacion3punto0/comunicaciones/042.pdf> (Accessed: 5 April 2016).

^[9] Satelital, P., Huerta, E., Mangiaterra, A. and Noguera, G. (2010) *Libro gps*. Available at: http://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf (Accessed: 19 July 2016).

^[10] Gorgona, L. (2009) *Teoría de Redes de Computadoras*. Available at: http://www.oas.org/juridico/english/cyb_pan_teoría.pdf (Accessed: 17 May 2016).

^[11] *Acerca de - Google maps* (no date) Available at: https://www.google.com/intl/es-419_co/maps/about/ (Accessed: 17 May 2016).

^[12] Uruguaya, R.A. (no date) *Internet protocol version 6: IPv6*. Available at: <http://www.rau.edu.uy/ipv6/queesipv6.htm> (Accessed: 17 May 2016).

^[13] Moreno, A. and Nealon, J.L. (2003) *Applications of software agent technology in the health care domain*. Available at: https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=A_PII_Ur5YsC&oi=fnd&pg=PA3&dq=applications+of+software+agent+technology+in+the+health&ots=6Azx_AXYZ8&sig=NwFMcqy1RrDKnOz32baZP3XE_MM#v=onepage&q=applications%20of%20software%20agent%20technology%20in%20the%20health&f=false (Accessed: 17 May 2016).

^[14] Site, J. (2015) *JAVA agent dEvelopment framework*. Available at: <http://jade.tilab.com/> (Accessed: 17 May 2016).

^[15] Martínez, D. and Javier, F. (2013) *Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de Archivos y Cartotecas. ' Propuesta Metodológica '*. Available at: https://www.ign.es/ign/resources/actividades/SDG/GeorrefIBER CARTO_SANTANDER_oct2012.pdf (Accessed: 18 July 2016).

^[16] Enciso, C. and Crichigno, J. (no date) *UNIVERSIDAD CATÓLICA NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCIÓN*. Available at: http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/Telefonia_Satelital.pdf (Accessed: 18 July 2016).

^[17] Telecomunicaciones (2014) Disponible en: <https://googledrive.com/host/0B5IwHZiQMGUkdGgtc2xJRVNFREU/GPS-diferencial.png> (Accessed: 18 Julio 2016).

^[18] Medina, J. (2012c) *Red de donación y trasplante de órganos y tejidos*. Available at: <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/red-nacional-laboratorios/paginas/red-de-donacion-y-trasplante-de-organos-y-tejidos.aspx#.V46iFrh97IV> (Accessed: 18 July 2016).

^[19] Bogota, A.M.D. (1988) *Consulta de la Norma*: Available at: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=14524> (Accessed: 18 July 2016).

^[20] TIEMPO, R.E. and Tiempo, C.E.E. (2016) *Solo la persona en vida podría oponerse a la donación de sus órganos - Congreso*. Available at: <http://www.eltiempo.com/politica/congreso/donacion-de-organos-en-colombia/16568694> (Accessed: 18 July 2016).



SISTEMA MÓVIL PARA LA SEGURIDAD PERSONAL EN CASO DE ACCIDENTES PRESENTADOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

Andrés Leonardo Hilarión Ávila
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Transversal 70 B No. 73 a 35 sur
+57 316 3367243
andres.hilarion@gmail.com

Daniel Esteban Sánchez
Rodríguez
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Transversal 70 B No. 73 a 35 sur
57+ 3005607172
danielssj88@gmail.com

Sonia Alexandra Pinzón Nuñez
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Transversal 70 B No. 73 a 35 sur
57+3158791716
spinzon@udistrital.edu.co

ABSTRACT

The project Mobile system for personal safety in case of accidents presented in Bogotá has as objective to develop a technology platform that allows people to inform to their personal contacts when an emergency happens in Bogotá city, likewise the solution allows to share relevant information, location and tracks the location of the user in real time using GPS, with the finality to give one timely and immediate attention.

RESUMEN

Este artículo describe la propuesta e implementación de un Sistema móvil para la seguridad personal en caso de accidentes presentados en la ciudad de Bogotá tiene como finalidad el desarrollo de una plataforma tecnológica que les permita a las personas informar a sus contactos personales cuando se presenta alguna emergencia de distinta índole en la ciudad de Bogotá, así mismo la solución permite compartir información relevante, ubicación y traslado de la persona en tiempo real por medio de GPS, de tal forma que se pueda dar una atención oportuna e inmediata.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Categories and Subject Descriptors

C.1.3 [General]: Other Architecture Styles

General Terms

Your general terms must be any of the following 16 designated terms: Algorithms, Design, and Experimentation.

Keywords

Mobile Architecture, algorithms, Android, hybrid applications.

1. INTRODUCCIÓN

Es común que en los diferentes medios de comunicación se generen noticias relacionadas con vidas perdidas o accidentes que podrían haberse evitado por falta de una respuesta rápida en la atención médica o en las líneas de emergencias, siendo una problemática que se podría mitigar en gran escala con la implementación de medidas tecnológicas.

Hoy en día es bastante habitual el uso de dispositivos electrónicos como: teléfonos celulares, los SmartPhones y las tablets PC, para facilitar la comunicación y el acceso a Internet, permitiendo a las personas hacer uso de aplicaciones para interactuar con sus contactos, en el caso de las redes sociales y chats. Cada vez es más creciente el uso de nuevas aplicaciones móviles que se encuentran al alcance del público en general, y por ende el uso de estos se puede convertir en un aliado para resolver problemas de seguridad y disminuir significativamente situaciones agravantes.

Es posible encontrar ejemplos de aplicaciones que han ayudado a salvar muchas vidas al brindar información actualizada y divulgar alertas tempranas de forma inmediata en caso necesario, tal es el caso de una aplicación móvil que permitió reducir los riesgos y daños durante una inundación reciente en la ex República

Yugoslava de Macedonia. En una publicación reciente en la página de la PNDU (<http://www.undp.org>), se describe dicha aplicación resaltando lo siguiente “se trata de una aplicación muy intuitiva dedicada a la sensibilización, prevención y preparación ante catástrofes naturales. El desarrollo de la aplicación contó con el apoyo del Fondo de Financiación Innovadora del PNUD”.

Por otra parte en Andorra España el grupo Grup Basera, S.L. ha desarrollado la aplicación Móvil Alpify, cuyo objetivo es proporcionar la ubicación de una persona mediante la georeferenciación en situaciones de alerta, enviando la información a las centrales de emergencia como 911 o las que se configuren en el app, actualmente esta aplicación se utiliza en algunos países como Venezuela, Argentina, España, Kazahstán y Francia.

Aunque existen varias aplicaciones que permiten generar este tipo de alertas, el objeto de este proyecto es registrar la información médica de un usuario y generar las alertas en tiempo real a la comunidad más cercana o a los contactos prioritarios en caso de presentarse una emergencia y al mismo tiempo permitirá visualizar la ubicación actual de este luego de emitirse la emergencia.

La aplicación móvil podrá ser utilizada en varios ámbitos no solo en el caso de emergencias de salud, esta podrá ser utilizada en caso de presentarse incidentes que afecten la integridad de las personas tales como un intento de secuestro, accidentes viales o catástrofes naturales. De esta forma se pretende hacer uso del sistema de mensajería que usan las redes sociales como Facebook y de la georeferenciación para lograr el objetivo.

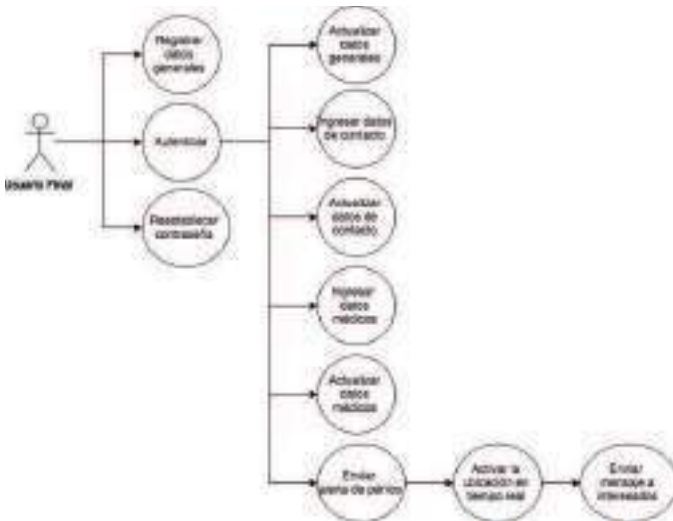


Figura 1. Caso de Uso Usuario Final

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Una de las principales tareas es brindar ayuda al usuario cuando tengan un accidente de cualquier índole, con el fin de poder ejecutar la aplicación para encontrar de una manera muy sencilla la forma de avisar a sus allegados sobre dicho suceso, por ende, se requiere que el sistema tenga la posibilidad de almacenar un listado del usuario previamente seleccionados por el usuario para que de ésta forma al generar la alerta, esta llegue a más de una

persona de forma simultánea, dicha funcionalidad se representa en la siguiente figura registrando el caso de uso del usuario final.

De igual forma la información relevante del usuario referente a su historia médica también se deberá almacenar en el dispositivo, de manera que pueda estar disponible en el momento que se necesite, a esta información solo podrá acceder el usuario propietario del dispositivo, junto con los usuarios que estén registrados como contactos de emergencia.

A continuación, se describen cada uno de los componentes que conforman la arquitectura del sistema que se encuentran en la figura 2.

La propuesta pretende generar una aplicación multiplataforma, razón por la cual se ha optado por desarrollar una aplicación híbrida[5] para dispositivos móviles que utiliza los estándares de desarrollo de software para aplicaciones web, HTML5, CSS3, Javascript[13]. De ésta forma se puede desarrollar una sola solución de software y se podrán generar los instaladores para iOS y Android haciendo uso del framework Cordova[2][8].

Adicionalmente se utiliza PhoneGap, ya que es un marco libre de trabajo para la creación aplicaciones móviles utilizando APIs web estandarizados para las diferentes plataformas[7].

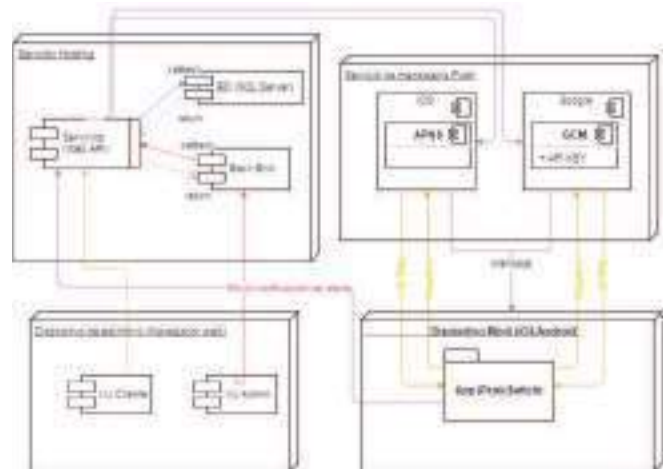


Figura 2. Arquitectura tecnológica del sistema.

2.1 Servidor

Los servicios que serán utilizados por la aplicación se son presentados en el cliente con el uso de HTML5[13] de los servicios, y para optimizar el consumo de datos se hace uso de servicios REST debido a que no maneja una exposición de datos cifrado con SOAP que exige un tratamiento extra y mayor consumo de datos por parte del cliente (Web y móvil).

Tales servicios responden la información en formato JSON con el fin de que el tratamiento de datos desde Javascript[3] sea más sencillo.

Teniendo en cuenta que los servicios son expuestos como recursos HTTP, se podría generar un hueco de seguridad al ser posible consultarlos por cualquier persona que conozca la URL. Con el fin de prevenir esto se hace uso del estándar de OATH el cual

define un servidor de autenticación que recibe las credenciales del usuario y responde un token que es enviado en las cabeceras HTTP con lo cual es posible realizar las consultas al servidor de recursos que contiene los servicios REST, así mismo se envía en la cabecera FROM el mail del usuario actual, y en el cliente HTML ambos datos (token y mail) se almacenan en Session Storage lo cual permite simular una sesión de usuario entre el cliente móvil y el servidor.

En el servidor se hace uso de C# [12] y base de datos Microsoft SQL Server, con un modelo de 3 capas definidas de la siguiente forma:

Acceso a datos:

Se hace uso de un ORM lo cual facilita el mapeo entre el modelo relacional de la base de datos y el lenguaje orientado a objetos, teniendo en cuenta que la elección ha sido sobre plataforma Microsoft, usamos ADO Entity Framework con su tecnología First Code que permite tener una estrecha relación entre el modelo de datos y las entidades a usar, así mismo sirve como apoyo para la generación y actualización de los procedimientos almacenados desde y hacia la base de datos.

Lógica de negocio:

En ésta capa se realiza el tratamiento de datos si en algún caso se requiere aplicar alguna regla de negocio o tratamiento especial de los datos.

Servicios:

Ésta capa expone servicios REST haciendo uso de la tecnología WEB API 2.0, la autenticación de usuario con OAUTH se configura en ésta capa haciendo uso de Identity Authentication, aquí también se configuran los permisos CORS para la validación de URLs permitidas para realizar peticiones por medio de AJAX.

2.2 Dispositivos de escritorio (Navegador)

Teniendo en cuenta que para recibir una notificación no es obligatorio que el usuario cuente con un dispositivo móvil, se desarrolló una plataforma web [9] que permita realizar la misma consulta que se haría desde la aplicación móvil; a ésta plataforma es posible acceder utilizando las mismas credenciales con las cuales un usuario se autentica en la aplicación móvil, y el link aparecerá en las notificaciones hechas sobre la red social.

2.3 Dispositivo Móvil IOS o Android

Se deseaba poner a disposición de un usuario administrador una plataforma que le permitiera configurar datos paramétricos dentro de la aplicación móvil[9], tales como categorías, preguntas y opciones. De ésta forma se desarrolló un BackEnd o administrador web que fuera accedido solamente por perfiles de usuarios administradores, con la posibilidad de gestionar dichos roles del sistema. Para ésta solución web se hizo uso de técnicas como responsive web desing para optimizar el sitio web y que pueda ser accedido desde distintos dispositivos móviles, tablets y computadores de escritorio que posean distintos tamaños de pantalla[4].

2.4 Sistema de Notificaciones Push

Proporcionado por las plataformas iOS y Android[10], con el fin de que un usuario que tenga instalada la aplicación en su

Smartphone reciba una notificación en el momento en el cual otro usuario reporta una emergencia (similar a las que se reciben por aplicaciones de chat como Skype, Whatsapp o Facebook Messenger) y al seleccionar la notificación sea dirigido directamente al apartado de la aplicación donde se muestra el mapa para ver el recorrido en tiempo real del usuario que reportó la emergencia, así como información relevante, que permita dar una atención oportuna.

En éste aspecto cada fabricante tiene su propio servicio de notificaciones, en el caso de Android google proporciona el servicio GCM y en el caso de iOS se pone a disposición el servicio APNS, cada uno solicita una configuración distinta en términos de autenticación en sus servicios de envío y recepción del mensaje, los cuales fueron registrados y configurados correctamente.

Uno de los objetivos principales del proyecto es que el usuario tenga la posibilidad de difundir de manera oportuna una alerta a sus contactos personales, por ello se eligió la red social Facebook para difundir éste tipo de información debido a la gran acogida que tiene entre los habitantes de la ciudad de Bogotá, de ésta forma se configuró una aplicación en Facebook que permitiera desde la aplicación móvil enviar una notificación al muro de la persona en el mismo momento en el cual la emergencia es reportada.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

Para el despliegue de la aplicación se hace uso de un Entorno Cloud ofrecido por Amazon Web Services, que puede ser accedido por cualquier tipo de dispositivo y debido a que ésta opción por estar sobre la infraestructura en la nube de Amazon tal como se observa en la Figura, permite un buen escalamiento en caso de que el consumo de datos de la aplicación se aumente o disminuya, adicional a esto se están ahorrando costos de mantenimiento de equipos y demás teniendo en cuenta que ésta responsabilidad recae sobre Amazon WS y ellos proveen un acceso por escritorio remoto para configurar todo lo requerido en el servidor, así como también ofrecen servicio de Backup y atención cuando sea requerido.

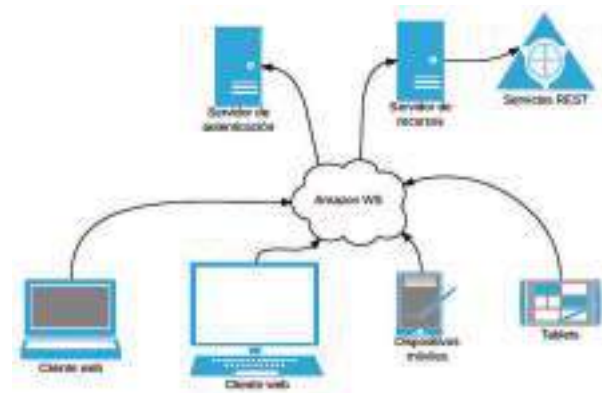


Figura 3. Infraestructura Amazon WS.

3.1 Creación de la Cuenta en el dispositivo

Luego de descargar la app PanicSwitch, el usuario podrá crear una cuenta con sus datos básicos para poder acceder al sistema.



Figura 4. Creación cuenta PanicSwitch.

3.2 Adición de Contactos

Esta opción se activa cuando el usuario desea agregar o editar contactos según sus redes sociales, para que en caso de emergencia estos sean notificados por la app, estas personas también deberán tener instalada la aplicación para realizar el proceso de reconocimiento.



Figura 5. Interfaz Adición de Contactos

3.3 Registro de Datos Médicos

El usuario podrá registrar sus patologías o datos médicos, para que al generarse la alerta estos sean enviados al grupo de contactos definidos, estos datos pueden corresponder al tipo de sanguíneo, alergias, entre otros, el usuario podrá crear la categoría de acuerdo a su comodidad.



Figura 6. Interfaz registro de datos médicos

3.4 Generar Alerta

Cuando el usuario selecciona la opción para enviar la alerta de pánico se enviarán las notificaciones e información preestablecida a los contactos y redes sociales seleccionadas. Luego de ello se presenta un mensaje indicando que la información ha sido enviada y que su ubicación está siendo rastreada, al mismo tiempo se muestra un botón para detener el seguimiento de la ubicación. Las notificaciones serán activadas de inmediato a los contactos receptores.

3.5 Notificaciones y Rastreo

En ésta opción de menú el usuario tiene la posibilidad de ver las notificaciones de emergencias enviadas por otros usuarios que estén utilizando la aplicación.

La aplicación muestra el número de notificaciones de emergencia recibidas en el ícono de la “campana” del menú.

Al seleccionar alguna de las notificaciones aparecerán los detalles de la notificación y el Mapa de rastreo del mismo.

4. CONCLUSIONES

Se planteaba la incógnita si el uso de frameworks como Cordova tendría el alcance suficiente para suplir el manejo de funcionalidades internas del dispositivo que requería el proyecto al no ser una aplicación nativa, sino en su lugar una híbrida. Durante el desarrollo del proyecto se observaron algunas limitantes técnicas, sin embargo, el soporte y la variedad de plugins proporcionados por éste framework nos permitió suplir a cabalidad las necesidades de funcionalidad y comunicación requeridas por la aplicación. Esto lleva a concluir que Cordova es sumamente robusto y posee una gran cantidad de conectores que permite manejar funcionalidades internas del dispositivo directamente desde el mismo lenguaje que desarrollamos toda la aplicación.

Las tecnologías ofrecidas por Microsoft para el desarrollo del Backend fueron muy útiles en el desarrollo del proyecto, debido a

que permitió realizar de manera eficiente el mapeo objeto-relacional con la base de datos haciendo uso de Entity Framework y exponiendo los datos por medio de Servicios REST utilizando WEB API 2.0, lo cual nos ofrece ventajas de seguridad permitiendo aplicar estándares como OAUTH para crear una sesión establecida entre el dispositivo cliente móvil y el servidor web. De ello se concluye que son una excelente propuesta para implementar una solución de software segura y escalable que se adapta a los estándares de la industria.

El empleo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TICS) juegan un papel fundamental en el planteamiento de soluciones hacia múltiples problemáticas sociales que pueden ser mitigadas a través de estos métodos, apoyado en la gran cantidad de usuarios que actualmente utilizan dispositivos móviles y cuyo conocimiento sobre dichas terminales favorece el desarrollo y la implementación de este tipo de aplicaciones

5. REFERENCES

- [1] Apache Software Foundations. Documentación Apache Cordova. Disponible en: <https://cordova.apache.org/docs/es/6.x/guide/overview/index.html>. Fecha de consulta: Mayo de 2015.
- [2] Arvind Ravulavaru, Learning Ionic - Build Hybrid Mobile Applications with HTML5, Pack Publishing, 2015
- [3] Bryan P. Johnson, Sencha Touch 2 Mobile JavaScript Framework, Pack Publishing, 2013
- [4] Fling Brian. Mobile Design and Development: Practical Concepts and Techniques for Creating Mobile Sites and Web Apps. O'Reilly Media. 2009. ISBN-10: 0596155441
- [5] Grup Basera, S.L. aplicación Alpify. Disponible en: <http://www.alpify.com/es/>. Fecha de consulta: Mayo de 2015.
- [6] John M. Wargo, Apache Cordova 4 Programming, Addison-Wesley, 2015
- [7] Jeremy Wilken, Ionic in Action - Hybrid Mobile Apps with Ionic and AngularJS, Manning Publications, 2015
- [8] Kerry Shotts, PhoneGap for Enterprise, Pack Publishing, 2014
- [9] Nizamettin gok, nitin khanna,. Building Hybrid Android Apps with Java and JavaScript. O'Reilly Media, Inc. 2013.
- [10] Milette Greg, Stroud Adam. PROFESSIONAL - Android™ Sensor Programming. John Wiley & Sons, Inc. 2012. ISBN: 978-1-118-18348-9.
- [11] Roldán Martínez, David. Aplicaciones web Un enfoque práctico. Ed. Alfaomega grupo editor, 2010.
- [12] Shackles, Greg. Mobile Development with C#: Building Native iOS, Android, and Windows Phone Applications. O'Reilly Media. 2012. ISBN-10: 1449320236.
- [13] Stark , Jonathan, ..., Building Android Apps with HTML, CSS, and JavaScript. O'Reilly Media, Inc. 2013.



Análisis comparativo de la eficiencia en los resultados de búsqueda entre ElasticSearch y MySQL Full-Text

Paula Andrea Bustos Higuera
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Cra 6 D Este N 30-36 San mateo
+57 319 2242357
paula23andrea@hotmail.com

Jorge Eduardo Adan Beltrán
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Calle 5 N 6A-46 Soacha
+57 310 2756999
jorgeeadan@gmail.com

RESUMEN

En el presente artículo se comparan dos tecnologías de recopilación organizada, recuperación y análisis de información, escritas sobre lenguajes de programación y arquitecturas diferentes, por un lado ElasticSearch escrito en Java y con arquitectura distribuida, por el otro MySQL escrito en C y C++ que trabaja en un único servidor. Adicionalmente, se compara y analiza el rendimiento y los resultados para diversas búsquedas que ponen a prueba los algoritmos implementados por cada herramienta y la efectividad de los mismos en la lengua española, teniendo en cuenta la mayor complejidad de caracteres (tildes), propiedades de los sustantivos (género y número) y formas gramaticales si se compara con el idioma inglés para el cual inicialmente se desarrollaron los motores de búsqueda en lenguaje natural aquí estudiados. Se justifica su utilidad en el desarrollo de un sistema basado en conocimiento con análisis del lenguaje natural.

ABSTRACT

In this article two technologies of organized compilation, retrieval and information analysis are compared, written on different programming languages and also different architectures, by one side ElasticSearch written in Java and distributed architecture, by the other side MySQL written in C and C++ that works in a single

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

server. Additionally, it compares and analyzes the performance and results for some queries that tests the algorithms implemented by each tool and the effectiveness of them in the Spanish language, considering the bigger complexity of characters (accents), noun's properties (gender and number) and grammatical forms when compared with the English language for which here studied natural language search engines were initially developed. Its usefulness is justified in the further development of a knowledge-based natural language analysis system.

Categorías y Descriptores Temáticos

Information systems: Structured text search, Database query processing, Database performance evaluation

Sistemas de información: Búsqueda de texto estructurado, Procesamiento de consultas en base de datos, Evaluación de rendimiento de base de datos

Términos Generales

Motor de búsqueda, algoritmos de asignación de relevancia, Efectividad de resultados.

Palabras clave

ElasticSearch; Full-Text; Búsqueda; Lenguaje Natural; Relevancia; Frecuencia de Término; Recuperación de información; MySQL

Keywords

ElasticSearch; Full-Text; Query; Natural Language; Relevance; Term Frequency; Information retrieval; MySQL

INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de motores de búsqueda en lenguaje natural, se hace referencia a la herramienta que facilita la recuperación (obtención de resultados) de información, no conociendo el

identificador ni una característica especial del archivo en una base de datos, sino por el contrario, simplemente ingresando una palabra o una frase que se desee hallar, y esta búsqueda retornará un conjunto de resultados, relevantes por el contenido y significado del documento.

Hay criterios fundamentales al momento de implementar una herramienta de búsqueda en cualquier aplicación, el tiempo de respuesta, la cantidad de resultados, la coherencia de resultados y la usabilidad de la herramienta, son los que permiten definir cual herramienta es la más eficiente tanto para el desarrollador como para el usuario final.

La forma de medir estos criterios es a través de la experimentación, poner a prueba los motores con palabras y frases clave, permite encontrar las mayores diferencias en el uso de los algoritmos, el manejo y codificación de los caracteres que cada uno utiliza al ejecutar una búsqueda.

Logrando identificar la mejor herramienta se podrá dar paso al desarrollo de un sistema basado en conocimiento, para la generación de sugerencias en temas de interés de un usuario final, retroalimentado por su interacción.

OBJETIVOS

- Comparar dos motores de búsqueda en lenguaje natural
- Seleccionar una herramienta para el desarrollo de un sistema basado en conocimiento para sugerencias de temas de interés.
- Conocer

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

MARCO TEÓRICO

ELASTICSEARCH

Es un motor de análisis y búsqueda en lenguaje natural, altamente escalable y de código abierto presentado en 2010. Este permite guardar, buscar y analizar grandes volúmenes de información de forma rápida. Es generalmente usado como el motor fundamental para aplicaciones que requieren búsquedas más complejas. [1]

Ya que los humanos no usan siempre las mismas palabras para describir algo, las palabras necesitan ser tratadas un poco, unificando mayúsculas y moviendo sufijos como -ando, -endo, -ado, -edo, -ido, etc, esto es llamado análisis y es ejecutado tanto en los documentos indexado como en el texto insertado para la búsqueda.

El formato de organización de datos en Elastic, consiste jerárquicamente en, *índices*, *tipos* y *documentos*; los *índices* representan el grupo más general de datos, generalmente se nombra con la palabra clave del proyecto, del mismo modo en que se haría el nombramiento de una base de datos convencional, un *tipo* representa una clasificación más específica de los datos, es decir, lo que en una base de datos sería una tabla, contiene el nombre de los campos y el tipo de dato a almacenar, y se identifica con un nombre, los *documentos* son la información que está disponible para realizar búsquedas en el motor, si se realiza la analogía con bases de datos, éste representa una tupla.

La arquitectura manejada por ElasticSearch, corresponde a la de un sistema distribuido, organizada en clústeres y nodos.

ElasticSearch está construido sobre Solr, que es un motor de búsqueda que funciona bajo servlets Java, y a su vez éste trabaja con la librería Lucene de Apache que provee la tecnología de búsquedas en lenguaje natural, está completamente escrita en Java, es de código abierto y multiplataforma

MySQL

MySQL es un sistema de administración de bases de datos relacionales, que usa como lenguaje estandarizado para acceder a la información el "Structured Query Language", este lenguaje está definido por el estándar ANSI/ISO SQL y permite usar múltiples operadores para realizar consultas de cualquier tipo sobre la información, independiente de la forma en que se encuentre organizada.[2]

MySQL está escrito en C y C++ pero con gran facilidad de adaptarse a distintos entornos de desarrollos como PHP, Perl y Java y sin dificultad de compilarse en diversos sistemas operativos. Su código fuente está disponible y existe un foro en el cual los desarrolladores aportan para la constante mejora del sistema.

Índices Full-Text

Un índice en MySQL es una forma de organizar los datos, específicamente una columna de alguna tabla, generalmente con una cantidad considerable de registros, de tal forma que estos permiten localizar y devolver registros de forma más rápida que ejecutando una consulta sobre tablas sin columnas indexadas.

Existe el índice FULLTEXT que es un tipo de índice que recibe este nombre y posee ciertas características que lo orientan a ser usado en búsquedas sobre lenguaje natural, en un gran volumen de datos, permite realizar búsquedas de tres maneras: Mediante frase natural como lo haría una persona en su lenguaje; Bajo condiciones lógicas (boolean mode); y mediante la construcción de un query de lenguaje natural expandido, que maneja un procedimiento iterativo de descartar registros a medida que se encuentran coincidencias.[3]

Técnicas de Cálculo de Relevancia

TF/IDF

Es una técnica basada en un modelo de espacio vectorial que determina el peso o la importancia de un término buscado en un documento. Se determina con la frecuencia de aparición de una palabra en un documento, compensada por la frecuencia con que aparece la palabra en una colección de documentos, es decir, cuanto más aparezca una palabra en un documentos y menos repeticiones tenga sobre la colección de documentos, mayor será el puntaje para ese documento.[4]

$$Puntaje = TF * IDF$$

Donde el valor de la frecuencia TF es,

$$TF = \left(\frac{\#coincidencias \text{ en un documento}}{\#Total \text{ de palabras en un documento}} \right)$$

y el valor de la frecuencia inversa IDF corresponde a,

$$IDF = \log_{10} \left(\frac{\#Total \text{ de documentos}}{\#Total \text{ de coincidencias}} \right)$$

Okapi BM25

Es una función de clasificación de la relevancia de un documento sobre una búsqueda realizada, se obtiene un puntaje tras aplicar la siguiente fórmula [5]:

$$Punt(D, B) = \sum_{i=1}^n IDF(b_i) \cdot \frac{f(b_i, D) \cdot (k_1 + 1)}{f(b_i, D) + k_1 \cdot \left(1 - l + l \cdot \frac{|D|}{promtd}\right)}$$

Donde:

$D = Documento$

$B = Frase o término a buscar$

$b_i = Una parte (palabra) de B$

$f(b_i, D) = Frecuencia de b_i en $D$$

$|D| = \#Total de palabras en $D$$

$promtd = Promedio de $|D|$ en todos los $D$$

$k_1 \in [1.2, 2.0]$

$l = 0.75$

$$IDF(b_i) = \log \left(\frac{N - n(b_i) + 0.5}{n(b_i) + 0.5} \right)$$

Donde:

$N = \#Total de D en la colección$

$n(b_i) = \#Total de D que contienen $b_i$$

La frecuencia inversa de documento (IDF) proviene de una técnica de recuperación de información probabilística que hace suposiciones simples para hacer la estimación del documento llamada Modelo de Independencia Binaria

Saturación de frecuencia de términos

Ambos, TF/IDF y BM25 usan la frecuencia de documento inversa (inverse document frequency) para distinguir entre palabras comunes (de bajo valor) y palabras poco comunes (de alto valor). Ambas también identifican que mientras más se encuentre una palabra en un documento, más probable es que el documento sea relevante por esa palabra.

Sin embargo, las palabras comunes aparecen frecuentemente, el hecho que una palabra este presente muchas veces es contrastado con el hecho de que una palabra aparezca muchas veces en **todos** los documentos.

No obstante, TF/IDF fue diseñado en una era en la cual era buena práctica remover por completo las palabras más halladas (*stopwords*, como: *de, la, y, etc.*) en el índice. El algoritmo no tenía que preocuparse acerca de un límite superior para la frecuencia de los términos, debido a que los términos más frecuentes ya habían sido removidos.

En ElasticSearch, el analizador *standard* (por defecto para cadenas de texto) no remueve las palabras más halladas (*stopwords*) porque, a pesar que son palabras con poco valor, aún así tienen valor. El resultado es tal, que para documentos realmente largos, el número total de ocurrencias de palabras como *el* y *la* pueden aumentar artificialmente su peso.

BM25 por otra parte, tiene un límite superior. Las palabras que aparecen entre 5 y 10 veces en un documento tienen un significativamente más alto impacto sobre la relevancia que los

términos que aparecen una o dos veces, sin embargo, como se puede observar en la figura 1 los términos que aparecen 20 veces en un documento tienen casi el mismo impacto que los términos que aparecen mil veces más.

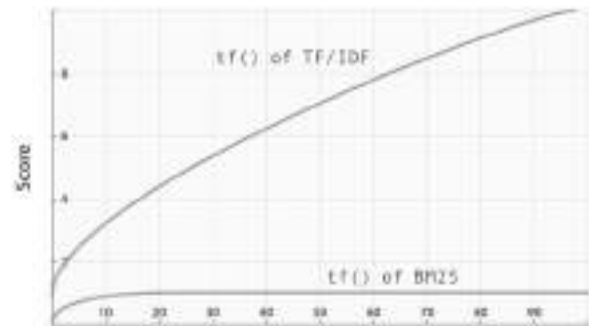


Figura 1. Saturación de frecuencia de términos para TF/IDF y BM25 [6]

SINTAXIS DE BÚSQUEDA

MySQL

MySQL soporta indexación de campo completo a través de los índices full-text, y permite hacer diferentes búsquedas mediante lenguaje natural.

El índice full-text sólo está soportado para columnas tipo char, varchar y text en tablas creadas bajo el motor de almacenamiento InnoDB y MyISAM, adicionalmente se permite la indexación de hasta 16 columnas por tabla.

La forma correcta para indexar una columna, incluso en otros tipos de índices es crear primero la tabla y posteriormente crear el índice, ya que optimiza la organización de los datos frente a crear el índice en el mismo momento de crear la tabla; la sintaxis es la siguiente:

```
ALTER TABLE nombre_tabla ADD FULLTEXT INDEX
(columna1, columna2, ..., columna16) [7]
```

Modo lenguaje natural

Hablamos de esta búsqueda cuando se envía una cadena de texto de la forma en que se expresa en el habla habitual de una persona.

Este modo busca cualquiera de las palabras que se incluyan en la búsqueda, en cualquier orden, es por defecto en insensible a mayúsculas y minúsculas.

La relevancia se calcula en base al número de palabras en la fila, el número de palabras únicas en esa fila, el número total de palabras de la colección, y el número de documentos (filas) que contienen una palabra en particular.

La exactitud de la búsqueda está determinada por la codificación de los caracteres de la palabra.

Cualquier palabra que es demasiado corta se ignora. La longitud mínima predeterminada de las palabras que se encuentran por las búsquedas en índices full-text es de tres caracteres para InnoDB, y cuatro caracteres para MyISAM. Se puede controlar el corte mediante el establecimiento de una opción de configuración antes de crear el índice: *innodb_ft_min_token_size* para InnoDB, o *ft_min_word_len* para MyISAM.

La sintaxis para ejecutar este tipo de búsqueda es:

```
SELECT columna1, columna2
  FROM tabla_con_indice
 WHERE MATCH (columna_indexada)
AGAINST ('frase en lenguaje natural' IN NATURAL
LANGUAGE MODE) [7]
```

Modo Booleano

En este modo de búsqueda se añaden operadores particulares para especificar condiciones lógicas dentro de la búsqueda, es decir, existen caracteres especiales que se ponen al principio o al final de cada palabra de la búsqueda para indicar que ésta deba o pueda estar ausente.

Una de las grandes diferencias respecto al modo de lenguaje natural, ya que los resultados no se muestran en orden decreciente de importancia, pero también toman en cuenta las palabras omitidas (stopwords).

Los operadores disponibles al utilizar este modificador son:

- Signo más (+): La palabra tiene que estar presente en cualquiera de los resultados que apliquen.
- Signo menos (-): Indica que la palabra no puede estar presente en los resultados que arroje.
- Signo mayor que (>): La palabra que esté acompañada de este operador tendrá mayor relevancia que otra que no lo tenga.
- Signo menor que (<): La palabra que esté acompañada de este operador tendrá menos relevancia que otra que no lo tenga.
- Virgulilla (~): Este operador actúa como reductor de puntaje a una palabra.
- Asterisco (*): Actúa como operador comodín truncador de palabras, es decir, encuentra las palabras que coincidan con los caracteres que preceden al operador.
- Comillas (" "): Se usa para encontrar coincidencias literales de palabras con espacios entre sí.

Teniendo en cuenta los operadores, la construcción de la query se representa de la siguiente manera:

```
SELECT columna1, columna2 FROM table_con_indice
 WHERE MATCH (columna_indexada)
AGAINST ([operador1]palabra1 [operador2]...
palabraN[operadorN] IN BOOLEAN MODE); [7]
```

Búsqueda de expansión de consulta

También conocido como retroalimentación relevante automática. Realiza la búsqueda dos veces donde la frase de la segunda búsqueda es la frase original concatenada con las palabras con mayor relevancia obtenidos en la primera búsqueda, es decir se apoya en el primer resultado para encontrar más opciones en la segunda búsqueda que también sean relevantes.

Este tipo de búsqueda es útil cuando la frase de búsqueda es muy corta.

Se habilita esta búsqueda usando la query de la siguiente forma:

```
SELECT columna1, columna2 FROM tabla_con_indice
 WHERE MATCH (columna_indexada)
AGAINST ('palabra' WITH QUERY EXPANSION) [7]
```

ElasticSearch

Las búsquedas en ElasticSearch están escritas en formato JSON, y son enviadas a un API, que igualmente retorna los resultados de la consulta en el mismo formato. En la documentación de

ElasticSearch ubican el poder de sus búsquedas en convertir *muchos datos en mucha información*, con esto se refieren a que el valor agregado de este se encuentra en la habilidad de darle *sentido al caos*.

Las búsquedas se pueden realizar de las siguientes maneras:

Búsqueda Estructurada

Esta búsqueda se trata de “interrogar” a los datos que tienen una estructura inherente, tales como: fechas, horas y números; sobre los cuales se pueden realizar operaciones lógicas, como comparar rangos o tamaños.

Este tipo de búsqueda es estricto, no se preocupa por la relevancia de los resultados ya que simplemente los incluye o excluye.

Un ejemplo simple de la sintaxis para esta forma de búsqueda es:

```
{ "term": { "campo": "numero|texto" } } [8]
```

Búsqueda en Lenguaje Natural (Full-Text)

Los aspectos más importantes de esta búsqueda son los siguientes:

- La relevancia, que es la habilidad de calificar los resultados de acuerdo a la frase buscada.
- El análisis, que es el proceso de convertir un bloque de texto en diferentes partes (tokens) normalizadas, con el objetivo de crear un índice invertido y buscar dentro de este.

Al dividir la frase buscada por palabras lo que se logra es buscar cada una por separado añadiendo puntaje a los resultados encontrados por cada una. Un ejemplo sencillo será:

```
{ "query": { "match": { "campo": "frase a buscar" } } } [8]
```

Combinación de Búsquedas

En esta búsqueda se usa el filtro *bool* para combinar varias búsquedas con los operadores *must*, *should* y *must_not*, que significan *tiene que*, *puede que* y *no tiene*.

Un ejemplo para esta es:

```
{ "query":
  { "bool":
    { "must": { "match": { "campo": "palabra_presente" } },
      "must_not": { "match": { "campo": "palabra_ausente" } },
      "should": [
        { "match": { "campo": "palabra_opcional" } },
        { "match": { "campo": "palabra_opcional" } }
      ]
    }
  }
} [8]
```

RESULTADOS

Tras comprender el funcionamiento de los algoritmos, y las diferencias estructurales de los motores de búsqueda que se quieren comparar, se presentan los resultados de distintas búsquedas que ponen a prueba el rendimiento de las ya mencionadas herramientas.

Condiciones iniciales

El estudio se realiza con una base de datos que posee ciento veintidós mil setecientos treinta y cinco (121.735) registros

almacenados en MySQL, completamente codificada en utf8mb4_unicode_ci y bajo el motor InnoDB con una tabla llamada 'detalles' que posee dos columnas, una que cumple como identificador y llave primaria tipo INT(11), y otra llamada 'detalle' tipo longtext que será el campo que indexado para realizar las búsquedas.

El computador en las que se ejecutan las pruebas posee 8GB de memoria RAM en paralelo mediante 2 de 4GB, procesador Intel core i5-4690 @ 3.50GHz x 4, Disco duro 85GB sobre Sistema operativo Ubuntu 14.04 LTS 64 bits. En software, se maneja la versión de MySQL 5.6.30 y PHP 5.5.9, PhpMyAdmin versión 4.0.10 sobre Apache 2.4.7 y Elasticsearch versión 1.7.5 que corresponde a la versión 4.10.4 de Lucene.

La información presente en esta base de datos corresponde al detalle del objeto de procesos de licitación publicados en diferentes portales web de Colombia que invitan a participar en convocatorias de contratación pública. Por esta razón el contenido léxico de esta base de datos es muy diverso e ideal para realizar el estudio propuesto en este documento.

Nota aclaratoria: Para efectos de protección de la información, no se guarda la entidad a la que pertenece el proceso, ni la fecha de publicación, tampoco la cuantía, ni ningún dato asociado a algo diferente del detalle del objeto o descripción de la oferta.

Indexación de la columna

Tabla1. Tiempo de indexación de una columna.

	MySQL	ElasticSearch
Tiempo	17.04 s	4 min 39.33 s

Resultados de búsqueda

Búsqueda en lenguaje natural con diferencias en caracteres

En este punto, se comparan los resultados devueltos para una palabra buscada con diferencias en la forma como se escribe, es decir, con distinciones de tildes y mayúsculas.

MySQL

```
SELECT MATCH (detalle) AGAINST ("Químico" IN
NATURAL LANGUAGE MODE) AS score, id, detalle FROM
detalles WHERE MATCH (detalle) AGAINST ("Químico" IN
NATURAL LANGUAGE MODE) ORDER BY score DESC;
```

Se ejecutó la consulta anterior cambiando la palabra a buscar, adicionalmente se ejecutó una limpieza de caché de mysql entre cada búsqueda con el fin de evitar errores de tiempos por resultados cacheados.

RESET CACHE QUERY;

Tabla 2. Resultados búsqueda MySQL modo lenguaje natural

Termino	Químico	quimico	QUIMICO	QUÍMICO
Total resultados	119	119	119	119
Tiempo de respuesta	0.0006 s	0.0005 s	0.0005 s	0.0005

Tiempo de respuesta	0.0006 s	0.0005 s	0.0005 s	0.0005
---------------------	----------	----------	----------	--------

Tabla 3. Resultados búsqueda MySQL modo lenguaje natural

	Computador	Computadores	Computadora
Total resultados	164	449	4
Tiempo de respuesta	0.0006 s	0.0008 s	0.0003 s
Total resultados relevantes	164	449	4

ElasticSearch

```
CURL XPOST 'http://localhost:9200/cicom/procesos/_search' -d
'{
  "size": 1000,
  "query":{
    "match":{"detalleObjeto":"QUÍMICO" }
  }
}'
```

Se realizó la consulta en ElasticSearch enviando la petición a través de curl, ejecutándola de forma directa.

Tabla 4. Resultados búsqueda ElasticSearch modo lenguaje natural

Termino	Químico	quimico	QUIMICO	QUÍMICO
Total resultados	172	134	134	172
Tiempo de respuesta	0.022 s	0.013 s	0.037 s	0.024 s
Tiempo de respuesta	172	134	134	172

Tabla 5. Resultados búsqueda ElasticSearch modo lenguaje natural

	Computador	Computadores	Computadora
Total resultados	604	604	6
Tiempo de respuesta	0.021 s	0.032 s	0.007 s
Total resultados relevantes	604	604	6

Validación de stop-words

MySQL

Tabla 6. Resultados búsqueda MySQL modo lenguaje natural

	Sistema de información	Sistema información
Total resultados	6813	6813
Tiempo de respuesta	0.0073 s	0.0075 s
Total resultados relevantes	indeterminado	indeterminado

ElasticSearch

Tabla 7. Resultados búsqueda ElasticSearch modo lenguaje natural

	Sistema de información	Sistema información
Total resultados	116875	8366
Tiempo de respuesta	0.035 s	0.034 s
Total resultados relevantes	indeterminado	indeterminado

Búsqueda condicionada

En este tipo de búsqueda buscamos comparar los resultados cuando se especifican condiciones tanto restrictivas como inclusivas.

La consulta en MySQL es:

```
SELECT MATH (detalle) AGAINST ("sistema +información -
acueducto" IN BOOLEAN MODE) AS score, id, detalle from
detalles WHERE MATCH (detalle) AGAINST ("+sistema
+información -acueducto - eléctrico" IN BOOLEAN MODE)
ORDER BY `score` DESC
```

Y el equivalente en ElasticSearch es:

```
CURL XPOST 'http://localhost:9200/cicom/procesos/_search' -d
```

```
{
  "size": 1000,
  "query": {
    {
      "bool": {
        "must": [{
          "match": { "detalleObjeto": "sistema" } }, {
          "match": { "detalleObjeto": "informacion" }
        }
      ]
    },
    "must_not": {
      "match": {
        "detalleObjeto": "acueducto eléctrico"
      }
    }
  }
}
```

```
}
}
}
}'
```

En este caso se espera encontrar registros que hagan referencia a sistemas de información, y descartar todo lo que contenga acueducto y eléctrico

Tabla 8. Comparativa búsqueda condicional

Búsqueda objetivo	Sistema de información sin la palabra acueducto ni eléctrico	
Comparación motores	MySQL	ElasticSearch
Total resultados	2604	724
Tiempo de respuesta	0.0063 s	0.025 s
Total resultados relevantes	2604	724

Búsqueda por base léxica

Si bien, en la lengua española, las palabras tienen relaciones muchas veces por una misma familia de palabras cuya expresión se encuentra en la base léxica o lexema raíz, para esta comparación usaremos la palabra alimento y alimentación, que son palabras similares por lo que si una persona deseara encontrar resultados relacionados, debería poder hacerlo con cualquiera de las dos palabras.

MySQL

Tabla 9. Resultados búsqueda MySQL modo lenguaje natural

	Alimentación	Alimento
Total resultados	1440	5
Tiempo de respuesta	0.0011 s	0.0034 s
Total resultados relevantes	1440	5

ElasticSearch

Tabla 10. Resultados búsqueda ElasticSearch modo lenguaje natural

	Alimentación	Alimento
Total resultados	1829	1829
Tiempo de respuesta	0.032 s	0.034 s
Total resultados relevantes	1829	1829

CONCLUSIONES

Como primera observación, es notable la gran diferencia en tiempos de indexación (Tabla 1), pero es necesario aclarar que el tiempo que tomo Elastic se debe a la transformación que este realiza a la estructura de organización de los datos a arreglos tipo

JSON, de realizar la indexación ingresando una a uno los registros en este formato, el proceso sería más largo y tedioso, por lo que esta comparación de tiempos nos permite concluir que MySQL tiene un mejor proceso e interfaz de indexación. Sobre palabras con acentos MySQL no discrimina la presencia o ausencia de estos, contrario al caso en Elastic donde son consideradas palabras diferentes, por otro lado las mayúsculas o minúsculas no son discriminadas por ninguno de los dos motores. Ver tablas 2 y 4.

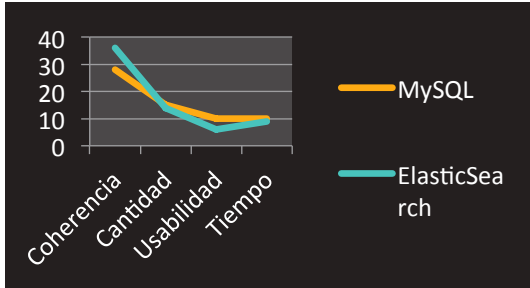


Figura 2. Comparación definitiva

El modo lenguaje natural de MySQL diferencia plurales de singulares, mientras que el analizador *snowball* de ElasticSearch no los diferencia, esto se puede apreciar en las tablas 3 y 5, en donde se nota que para Elastic es lo mismo buscar una palabra en plural que en singular, ya que arroja los mismos resultados. El análisis sobre los resultados en la validación de los conectores o *stop-words* (tablas 6 y 7) nos permite afirmar que ElasticSearch requiere una configuración adicional para que funcione la omisión de estas, mientras que en MySQL funciona muy bien esta característica, adicionalmente se notó que la asignación de puntajes (score) a las coincidencias de búsqueda en Elastic es más útil debido a que da mayor relevancia a que aparezcan todas las palabras de la búsqueda y no a que una de las palabras se halle repetidamente. En la búsqueda condicionada (tabla 8), se evidenció que la sintaxis de las búsquedas de MySQL es más sencilla e intuitiva que las de Elastic, en cuanto a resultados, aunque Elastic arroja menos son, como ya se había dicho, más útiles en cuanto al contenido semántico que los de MySQL, se aprecia un uso más inteligente de los algoritmos, que a pesar de ser los mismos, la asignación de puntaje en MySQL está más orientada a caracteres, tesis que se corrobora en los resultados del experimento plasmado en las tablas 9 y 10. Cabe rescatar para MySQL que la flexibilidad de los operadores en modo booleano permite obtener resultados similares y acertados para el caso de las distinciones de género y número.

A continuación, se presenta una tabla de evaluación con unos puntajes asignados de acuerdo a las conclusiones y experiencias durante la realización de las pruebas:

Criterio	Prioridad del criterio	MySQL	ElasticSearch
Coherencia de resultados	4	7	9
Cantidad de resultados	2	7.5	7
Usabilidad	1	10	6
Tiempo de respuesta	1	10	9
Total		63	65

AGRADECIMIENTOS

A la Ingeniera Sonia Alexandra Pinzón Núñez por su constante acompañamiento, no solo en este sino en otros procesos académicos. Al profesor Carlos Enrique Restrepo Ramírez por compartir su experiencia y brindarnos asesoría

REFERENCIAS

- [1] Oracle Corporation. sf. *MySQL Reference Manual | what is MySQL*. Obtenido de: <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/what-is-mysql.html>
- [2] Oracle Corporation. sf. *MySQL Reference Manual | innodb – fulltext index*. Obtenido de:
- [3] <https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/what-is-mysql.html>
- [4] K Sparck, (J.S.K). (1972). *A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval*. Cambridge, UK: MCB University Press.
- [5] K Sparck, (J.S.K). (1972). *A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval*. Cambridge, UK: MCB University Press.
- [6] Robertson E, (R.S.E); Walker (S.W); Jones (S.J); Hancock-Beaulieu (H.B.M); Gatford (M.G); *Okapi at TREC-3. (1994). UK*
- [7] ElasticSearch BV. Sf. *Pluggable Similarity Algorithms*. Obtenido de: <https://www.elastic.co/guide/en/elasticsearch/guide/current/pluggable-similarities.html>
- [8] Oracle Corporation. Sf. *Full-text search functions*. Obtenido de <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/fulltext-search.html>
- [9] Gormley (C.G); Tong (Z.T). (2015). *ElasticSearch: The definitive Guide*. Obtenido de <https://www.elastic.co/guide/en/elasticsearch/guide/2.x/index.html>
- [10] ElasticSearch BV. Sf. *Theory behind relevance scoring*. Obtenido de <https://www.elastic.co/guide/en/elasticsearch/guide/current/scoring-theory.html#scoring-theory>
- [11] Salton (G.S); McGill (M.J.M). *Introduction to modern information retrieval*. (1983).
- [12] Oracle Corporation. Sf. *Full-Text Search*. Obtenido de <http://dev.mysql.com/doc/internals/en/full-text-search.html>
- [13] Beisked (K.B). (2013). *Similarity in ElasticSearch*. Obtenido de <https://www.elastic.co/blog/found-similarity-in-elasticsearch>
- [14] Manning(C.D.M); Raghavan (P.R); Schützen (H.S). (2008). *Introduction to information retrieval*. Cambridge, UK. University Press.
- [15] Constantinides (G.A.C); Cheung (P.C); Luk (L.W). (2003). *Synthesis of saturation arithmetic architectures. ACM Transactions on Design Automation of Electronic Systems*. Volumen (8). Pags. 334-354.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=ItHGub2gUwU>

Análisis conceptual y experimental de los algoritmos de cifrado RSA y DSA-Elgamal usando software libre

Wilfer Sneyder Cortés Urrea

Universidad Distrital Francisco José de
Caldas

Ingeniería Telemática

Bogotá, Colombia

(571) 3138735065

wscortesu@correo.udistrital.edu.co

María Alejandra Bernal López

Universidad Distrital Francisco José de
Caldas

Ingeniería Telemática

Bogotá, Colombia

(571) 3144091944

mabernall@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

La transmisión de información ha sido siempre un reto de constante actualización e interés en el hombre, garantizar medios eficaces de transmisión, altas velocidades, gran capacidad en canal y, seguridad en el acceso a cierta información de carácter privado, gubernamental, financiero, corporativo o bélico, ha sido un aspecto de permanente demanda. Se han generado varias soluciones basadas en la teoría matemática, los algoritmos simétricos que fueron de gran utilidad durante la Segunda Guerra Mundial [1] para la transmisión de mensajes no legibles para quien los capturara, fue el gran inicio de ésta tecnología que se basaba en la creación de una clave secreta usada para codificar y decodificar. Años después se crearon algoritmos asimétricos como RSA y DSA-Elgamal que usan dos tipos de clave ligadas entre sí para brindar mayor seguridad, una privada e intransferible y otra pública que puede ser conocida y usada por otros usuarios, éstos algoritmos generan codificaciones de gran complejidad que mejoran la seguridad de la información a transferir y adicionan la posibilidad de agregar firmas digitales para confirmar la identidad del usuario y garantizar la integridad y autenticidad de los datos [2].

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

La producción propuesta compara los ficheros resultantes luego de la codificación de imágenes con RSA y DSA-Elgamal haciendo uso de la herramienta libre GnuPG en ambiente linux, para determinar cuál de los dos resulta más eficiente en términos de tamaño ocupado en disco y en términos del tiempo de procesamiento para la codificación y decodificación.

ABSTRACT

Information transmission has always been a challenge for constant updating and interest, ensure effective transmission medium, high-speed, high-capacity channel and secure access to certain private, governmental, financial, corporate or war information, it has been a permanent aspect of demand. There have been generated several solutions based on mathematical theory, symmetric algorithms that were very useful during the Second World War [1] to the transmission not legible for those who were captured, there was the beginning of this technology that was based on the creation of a secret key used to codify and to decode. Some years later there were created asymmetric algorithms like RSA and DSA-Elgamal using two types of keys linked together to provide greater security, the private key is non-transferable and the public key can be known and used by other users, these algorithms generate encodings of great complexity that improve the security of information to be transferred and added the possibility to add digital signatures to confirm the user's identity and ensure the integrity and authenticity of data [2]. In this paper, we compare the resulting files after image coding with RSA and DSA-Elgamal algorithm using the free tool GnuPG on Linux environment to determine which one is more efficient in terms of size on disk and in terms of processing time for encoding and decoding.

Categorías y Descriptores Temáticos

Mathematics of computing → Information theory → Coding theory.

Palabras clave

RSA, DSA-Elgamal, codificación, GnuPG, Ubuntu.

Keywords

RSA, DSA-Elgamal, coding, GnuPG, Ubuntu.

INTRODUCCIÓN

La palabra criptografía proviene del griego criptos, «oculto», y grafê, «grafo», más adelante se adicionaría el sufijo ia que hace referencia al «conocimiento», entendiéndose entonces, como la ciencia que estudia la escritura oculta [3]. Las primeras muestras de Criptografía datan aproximadamente del año 1.500 a.C. en Mesopotamia, donde se encontró una tablilla en la que se escribió secretamente la fórmula del barniz usado en la alfarería [4]. El hombre siempre ha tenido la necesidad de ocultar o transferir información hacia un receptor sin que alguien se entere o logre conocer el contenido del mensaje, es por ello que con el progreso de la humanidad y los avances tecnológicos, se crean los algoritmos de cifrado para garantizar la posibilidad de que los datos sensibles sean interpretados sólo por el emisor o receptor involucrados dentro de la comunicación; de manera que si el fichero es interceptado física o lógicamente durante su transmisión punto a punto, resulte incomprensible al atacante, ya que la información ha sido codificada anteriormente.

Son diversos los algoritmos asimétricos capaces de codificar un fichero de forma segura, dos de los más representativos son RSA y DSA - Elgamal, quienes se destacan por su velocidad y seguridad, pero más allá de su efectividad, también es importante analizar el fichero creado por los algoritmos una vez han sido codificados, esto con el fin de determinar qué cambios existen en el tamaño del mismo y así conocer cuál puede ser el más indicado en cuanto a la optimización del espacio que ocupa en disco y el tiempo que tarda en el proceso de codificación.

El cuerpo del documento está compuesto por tres capítulos, en el primer capítulo se establece un Marco Teórico donde se especifican conceptos usados para el desarrollo del presente artículo, el capítulo dos da a conocer el entorno e interpretación de los comandos usados para la instalación del software y la ejecución del mismo para la creación del par de llaves pública y privada y para codificar, decodificar 3 imágenes, el capítulo tres posee contenido acerca de la codificación mediante RSA y DSA-Elgamal y un análisis de resultados comparando los cambios de tamaño de las imágenes y el tiempo usado, con relación al algoritmo usado. Para finalizar se exponen las conclusiones.

OBJETIVOS

- Analizar el tamaño de los ficheros generados tras la codificación, identificando la capacidad de los algoritmos RSA y DSA – Elgamal para la creación de archivos encriptados.
- Comprender la importancia del cifrado de ficheros y cómo estos algoritmos hacen uso de claves públicas y privadas para la codificación y decodificación.
-

1. MARCO TEÓRICO

A. Cifrado simétrico

El cifrado simétrico hace uso de una misma clave secreta para codificar y decodificar, siempre y cuando el remitente y el destinatario conozcan la clave secreta, se pueden conocer todos los mensajes que utilizan esta clave [5]. Éste sistema de cifrado prioriza la seguridad en la clave sobre la seguridad del algoritmo, por lo que mantenerla en secreto y distribuirla por medios seguros es de vital importancia. No debería ser de ninguna ayuda para un atacante conocer el algoritmo que se está usando, a no ser que el atacante obtenga la clave, de este modo sí le sería útil conocerlo [6]. El problema fundamental de los sistemas de clave simétrica es la distribución de las claves, lo cual implicaba una vulnerabilidad muy alta. En ambientes de transmisión de datos, donde existe un flujo muy alto de información, un sistema de clave privada entorpecería las comunicaciones, ya que la inmediatez se perdería, puesto que se generan muchas claves que deben ser transmitidas para varios mensajes, además los costos aumentan, debido a la transferencia de claves de manera segura [7].

Se conocen dos modos de implementación del cifrado simétrico, el cifrado por bloques y el cifrado de flujo [8]. Para el primer caso, los datos son divididos en bloques de longitud fija y son codificados independientemente para luego ensamblar nuevamente todo el paquete, por su modo de operación no es recomendable en transmisiones en tiempo real. Como ejemplo se pueden mencionar los cifrados DES [9], AES [10], 3DES [11] y SKIPJACK [12]. El cifrado de flujo es usado para solventar las debilidades de la división en bloques, su actuar se basa en la generación de una secuencia pseudoaleatoria de bits empleada como clave que en combinación con la secuencia original genera tramas codificadas, RC4 [13] es un ejemplo de ello.

B. Cifrado asimétrico

Se basa en el empleo de un par de claves distintas, una pública y otra privada. [14]. El fundamento del cifrado asimétrico es que las claves están ligadas matemáticamente pero es computacionalmente imposible obtener una a partir de la otra, un fuerte principio de ésta clasificación es que una clave no puede descifrar lo que cifra. Las funciones de una sola dirección son aquellas en las que obtener el resultado en una dirección es fácil, pero en la contraria es casi imposible. Los algoritmos criptográficos de clave pública se basan en funciones de una sola dirección con puerta trasera, es decir, son aquellos en los que el problema es solucionable en la dirección opuesta empleando una ayuda o puerta trasera [15], las funciones utilizadas para estos casos son la factorización de enteros y la aplicación de logaritmos discretos. Se pueden clasificar en algoritmos reversibles, irreversibles y de intercambio de claves.

Su funcionamiento se basa en la ejecución de dos operaciones, para encriptar se hace uso de la clave pública del receptor para el cifrado y de la clave privada del receptor para la decodificación. Para la autenticación, se usa la clave privada del emisor para codificar y la clave pública del emisor para decodificar. Éstas características agregan ventajas adicionales del cifrado asimétrico respecto al simétrico, ya que el intercambio de claves es seguro, puesto que, sin importar la vulnerabilidad del canal, el conocimiento de las claves públicas no afecta en absoluto la integridad de los datos, porque sólo el usuario propietario, que conoce su clave privada, estará habilitado para descifrar el

fichero. Son conocidos en la actualidad Diffie - Hellman [16], RSA, DSA.

Estos algoritmos son mucho más costosos que los basados en cifrado simétrico, por lo que no suelen ser usados para cifrar mucha información. Su principal aplicación está en la fase inicial de una comunicación, encargándose de las tareas de autenticación [14]. Para contrarrestar los inconvenientes que se puedan llegar a presentar por la suplantación de identidad se crearon las autoridades certificadoras y los certificados digitales.

C. RSA

En 1997 bajo los estudios de Ron Rives, Adi Shamir y Len Adleman, nace el sistema criptográfico con clave pública RSA. Es un algoritmo criptográfico asíncrono capaz de obtener las claves públicas y privadas a partir de dos números primos grandes [17]. RSA es un algoritmo entendible, cuyo sistema se basa en la dificultad de factorizar números muy grandes [18]. El problema de factorizar enteros da lugar a una función unidireccional, ya que se deben escoger dos números primos, diferentes y grandes: p y q , los cuales son multiplicados y dicho resultado será conocido como n ; el cálculo de n a partir de p y q es sencillo, pero recuperar p y q teniendo solo a n como base, es sumamente complejo [4]. Un computador con un procesador que trabaje a 100Mhz y con 8Mb de memoria RAM, tardaría 50 años hallando n , con una clave de 10 a la 130, en la actualidad tardaría mucho menos este proceso, es por ello que en cuanto más grandes sean los números p y q , mejor será la seguridad de las claves generadas. Se aconseja un tamaño mínimo de la llave de 2048 bits [6]. El algoritmo usado por RSA para la generación de la llave pública y privada puede detallarse en [19]. Protocolos como SSH [20], OpenPGP, S/MIME y SSL/TLS [DE] y aplicaciones como los navegadores de internet para asegurar una comunicación confiable o validar una firma digital, hacen uso de RSA [21].

Entre las ventajas que posee RSA están: Es el más conocido y usado de los sistemas de llave pública [19], permite encriptar y firmar digitalmente y resuelve el problema de la distribución de las llaves como pasa en el cifrado simétrico [22]. Entre las desventajas se encuentran: La seguridad depende de la eficiencia de los ordenadores, es más lento que los algoritmos de clave simétrica [19], con el surgimiento de la computación cuántica, las claves de longitudes bajas pueden ser descifradas con más facilidad, se recomiendan claves no menores a 1024 bits [17]. Los sistemas de clave pública como RSA mejoran en gran medida la gestión de las claves, pero los algoritmos implicados son extremadamente lentos si se comparan con los sistemas simétricos. Por otro lado, los sistemas simétricos requieren un acuerdo previo en las claves y poseen capacidades de autenticación limitadas [22].

D. DSA - Elgamal

Paralelamente DSA y Elgamal se han unido para conformar un algoritmo robusto que sea de gran usabilidad. Elgamal por una parte, cifra la información basándose en el problema del cálculo del logaritmo discreto [23] y del protocolo de intercambio de claves Diffie-Hellman, el cual requiere de la interacción de ambas partes para calcular la llave privada. Elgamal simplifica Diffie-Hellman haciendo uso de un exponente aleatorio k , cuyo objetivo es el de evitar que el receptor tome parte en la creación de la llave privada compartida, logrando que el algoritmo pueda ser usado para cifrar mensajes electrónicos que se envían en medios de transmisión públicos. La principal diferencia entre RSA y Elgamal radica en que Elgamal aconseja utilizar un nuevo

exponente aleatorio k para cada bloque de mensajes a enviar, mejorando así la seguridad [24]. El algoritmo usado por Elgamal para el cifrado puede detallarse en [4].

DSA -Digital Signature Algorithm- es un algoritmo desarrollado por el National Institute for Standards and Testing (NITS) y por el National Security Agency (NSA). En 1994 se volvió un estándar. Este algoritmo es usado para crear firmas digitales, pero no es aceptado para proveer llaves o para la encriptación. Usando una llave privada el usuario logra crear la firma digital para una sección arbitraria de información. El usuario que contenga la llave pública que corresponda a la llave privada con la que se creó la firma, podrá verificarla. DSA hace uso de SHA, para crear la firma de cada pieza de información a ser enviada [25], y de igual forma, mediante la llave pública que corresponde a la llave privada con la que se computó la firma digital, podrá ser usada para obtener el hash de los datos firmados, una vez extraído el hash se compara con el el hash computado por el receptor, si existe una igualdad entre los hash, entonces los datos son auténticos, de lo contrario los datos han sido corrompidos. La firma digital es usada para verificar la integridad de los datos, asegurándose que no han sido interceptados y con la ayuda de un algoritmo que se encargue de crear las llaves públicas y privadas, se pueden evitar ataques como man-in-the-middle [26]. El algoritmo usado por DSA para la creación de la firma digital puede detallarse en [27].

2. ENTORNO Y COMANDOS DE EJECUCIÓN

A continuación se listan las características del ambiente computacional usado para el cifrado.

Entorno computacional

Software y SO:

- GnuPG v. 1.4.20
- Ubuntu v.14.04.2

Hardware:

- Procesador: Inter Core i5 M460
- Memoria RAM: 4GB
- Disco Duro: 500GB

Los comandos usados para la instalación de la herramienta libre GnuPG y para la codificación con RSA y DSA-Elgamal, generación de llaves públicas y privadas, decodificación e importe y exportación de claves fueron los siguientes.

Comandos de instalación

Luego de descargar GnuPG.tar, descomprimir el archivo y acceder a sus directorios desde consola, se ejecutaron:

- $\$ cd \text{ "nombreDirectorio" }$: Comando para ingresar en un directorio específico.
- $\$ cd \dots$: Permite salirse del directorio en el que se encuentra actualmente.
- $\$./configure$: Configurar la compilación y ejecutar el guion de configuración.
- $\$ make$: Se encarga de leer todos los makefiles que el script creó, estos archivos le indican a make cuáles compilar y el orden.
- $\$ sudo make install$: Instala los paquetes que se han requerido por el usuario.

Comandos de ejecución

Se listan los comandos usados para el proceso de codificación y decodificación.

- `$ gpg --version`: Comando para verificar la instalación del paquete `gpg`. Así mismo sirve para corroborar los tipos de cifrado que ofrece el paquete que se ha instalado.
- `$ gpg --gen-key`: Su objetivo es el de generar la clave pública por el equipo y la privada por el usuario. Una vez ejecutado este comando, se solicita seleccionar el tipo de algoritmo de cifrado a usar (RSA, DSA y Elgamal, Firma DSA, Firma RSA), la longitud de la clave, que oscila entre los 1024 y los 4096 bits, luego debe especificarse el tiempo de validez de la clave, en donde se puede configurar su tiempo de caducidad. Para finalizar, son solicitados el identificador de la clave que se asocia a una persona, con datos como: nombre y apellidos, mail, comentario y clave privada.
- `$ gpg --export -a`: Muestra la clave pública generada.
- `$ gpg --list-keys`: Muestra las claves almacenadas en la Base de Datos del software.
- `$ gpg --list-secret-keys`: Ver el listado de claves secretas.
- `$ gpg --list-public-keys`: Ver el listado de claves públicas.
- `$ gpg -a -er "Destinatario" "fichero.extensión"`: Generar un archivo con extensión "asc", el cual está cifrado y contiene la clave pública. El campo "Destinatario" hace referencia al nombre del usuario que podrá decodificar el archivo y el campo "fichero.extensión" al nombre del archivo que se cifrará. Este comando genera un archivo tipo ASCII que se podrá abrir con un editor de texto, pero no se comprenderá su contenido.
- `$ gpg -o "ficherosalida" -d "fichero codificado"`: Posibilita la decodificación de un archivo ya codificado mediante una clave pública. El parámetro "ficherosalida" es el nombre que se le dará al archivo decodificado y el "fichero codificado" es el nombre del archivo que se desea decodificar junto con la clave privada.
- `$ gpg --export "identificador"`: Comando que permite generar un archivo con la clave pública del usuario a quien pertenezca el "identificador" escrito.
- `$ gpg --export -a`: Da a conocer las claves registradas en Base de Datos en Formato ASCII.
- `$ gpg --export -a -o "archivo"`: Genera un documento en formato ASCII con el nombre que se le dé en el parámetro "archivo" de todas las claves públicas registradas.
- `$ gpg --import "archivo"`: Importa en la Base de Datos las claves públicas almacenadas en el fichero "archivo".

3. CODIFICACIÓN CON RSA, DSA-ELGAMAN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la ejecución de las pruebas de cifrado con los algoritmos RSA y DSA-Elgamal, se hizo uso de tres imágenes diferentes entre ellas en términos de tamaño y resolución. La actividad realizada consistió en generar las respectivas claves públicas y privadas para cada imagen, tanto con RSA como con DSA-Elgamal haciendo uso de la herramienta libre GnuPG y así obtener 6 pares de claves, dos para cada imagen.

Luego de generadas las claves, en un equipo receptor con las condiciones mencionadas en el capítulo 2, se compartieron dos llaves públicas mediante correo electrónico, una generada por RSA y otra por DSA-Elgamal, una vez descargadas se realizó el proceso de cifrado con los algoritmos respectivos para una de las imágenes. Ya codificadas, se enviaron al equipo emisor los dos

ficheros generados por la aplicación, como se detalló en las secciones anteriores, el hecho de poseer la clave pública dota al usuario receptor con la posibilidad de codificar un fichero determinado, pero no la de poder decodificarlo.

A continuación se muestran las características de las imágenes utilizadas, junto con su tamaño, resolución y características del archivo cifrado resultante para cada caso:

	Imagen 1	Imagen 2	Imagen 3
Resolución	259x194	851x315	1920x1080
Pixeles	50,246	268,065	2,073,600
Tamaño imagen original (KB)	8.401	465.979	547.363
Tamaño cifrado RSA (KB)	11.227	631.656	739.422
Tamaño cifrado DSA - Elgamal (KB)	11.402	631.839	739.597

Figura 1. Características de imágenes pre-codificación y post-codificación

La comparativa de tamaño para cada imagen respecto a su tamaño original y al resultante luego de aplicar cada cifrado se evidencia seguidamente:



Figura 2. Resolución vs tamaño - Imagen 1

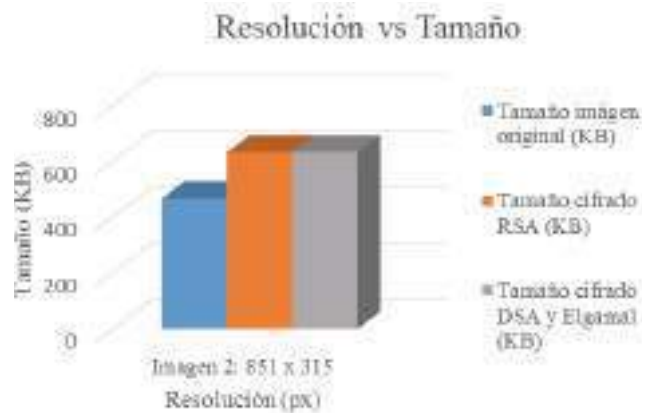


Figura 3. Resolución vs tamaño - Imagen 2

Resolución vs Tamaño

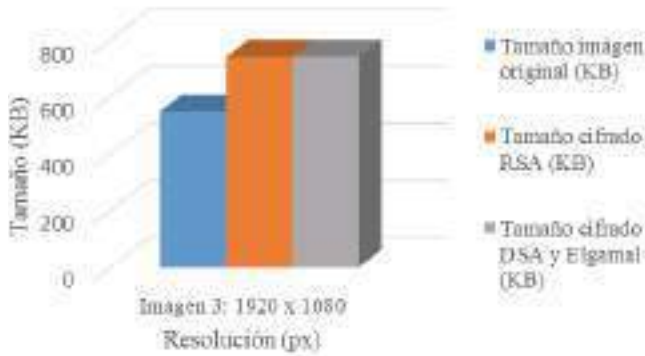


Figura 4. Resolución vs tamaño - Imagen 3

Como se puede observar en las figuras de resultados, el tamaño del fichero cifrado aumenta su tamaño respecto al archivo original, ello porque adicional al cifrado propio del documento, se adiciona la llave pública del usuario dentro del fichero. En promedio, el tamaño del archivo resultante del cifrado, respecto al original es 34.3% más grande. La comparación respecto al tamaño de los archivos resultantes luego del cifrado con los dos algoritmos RSA y DSA y Elgamal resultan bastante similares, con la característica en común que DSA y Elgamal es un poco más grande (0.5% en promedio) que el resultado de RSA. Se observa además que, a medida que el archivo original es más grande en tamaño, menor será la diferencia entre RSA y DSA Elgamal. Respecto al nivel de desempeño computacional en las acciones de cifrado, DSA Elgamal consume más tiempo y recursos de procesamiento para generar la respuesta (7% más lento) mientras que en el descifrado, los roles se cambian y RSA resulta más lento, mientras que Elgamal sobrepasa, aunque por muy poco (3%) al híbrido.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que ambos algoritmos usados cifran y realizan la firma digital, una ventaja que RSA posee frente a DSA-Elgamal, es que la codificación y firma resultan más veloces y el fichero resultante es de menor tamaño, pero a la hora de realizar el proceso contrario, a DSA-Elgamal le toma menos tiempo la decodificación, pero hace uso de más recursos computacionales que RSA. En este punto, RSA logra ser más óptimo en términos de tiempo de cifrado y tamaño del fichero resultante, pero debe tenerse en cuenta que DSA-Elgamal es más seguro.

Un reto que poseen los algoritmos estudiados, es el hecho de generar ficheros encriptados de mayor tamaño que el fichero original, ya que esto podría ocasionar un mayor uso del canal y eventualmente el mismo se vería afectado por la congestión. Este factor debe ser tenido en cuenta al momento de implementar algún tipo de cifrado, pues la seguridad de la información de una empresa o entidad es de suma importancia y la velocidad de transferencia de información debe mantenerse estable, de igual forma, debe tenerse en cuenta que los anchos de banda de las conexiones pueden ser ampliados con facilidad.

A medida que la sociedad crea avances tecnológicos, impera la necesidad que estos algoritmos sean actualizados y permitan la generación de llaves cada vez más grandes, debido a que con el surgimiento de la computación cuántica, los procesos de cálculo

de los equipos se hacen mucho más potentes y rápidos, haciendo vulnerables en un futuro estos algoritmos de encriptación.

La implementación de los algoritmos RSA y DSA - Elgamal puede reducir costos de infraestructura y de implementación de protocolos adicionales, ya que al tener este grado de seguridad, los datos se pueden transferir por medios físicos no tan seguros, y si se llega a dar un ataque informático, el atacante no podrá acceder con facilidad a la información, debido a que las claves privadas nunca serán transmitidas por el canal.

REFERENCIAS

- [1] *La Criptografía: "Una guerra de Piratas y Corsarios"* | eGov UFSC. (2012). *Egov.ufsc.br*. Recuperado el 8 de marzo de 2016, de: <http://www.egov.ufsc.br:8080/portal/conteudo/la-criptograf%C3%ADa-una-guerra-de-piratas-y-corsarios>
- [2] Devoto, M. (2011). *COMERCIO ELECTRÓNICO Y FIRMA DIGITAL La Regulación del Ciberespacio y las Estrategias Globales* (1st ed., pp. 2-17). Buenos Aires, Argentina: ITCenit. Recuperado el 8 de marzo de 2016, de: <http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Articulo/LibroMD.pdf>
- [3] Galende Díaz, J. (1995). *Criptografía. Historia de la escritura cifrada* (p. 15). Madrid: Complutense.
- [4] Ortega Triguero, J., López Guerrero, M., & García del Castillo Crespo, E. (2006). *Introducción a la criptografía. Historia y actualidad* (pp. 20-28). Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- [5] *Descripción de cifrado simétrico y asimétrico*. (2016). *Support.microsoft.com*. Recuperado el 17 de mayo de 2016, de: <https://support.microsoft.com/es-es/kb/246071>
- [6] Pabón Cadavid, J. (2010). *La criptografía y la protección a la información digital* (1st ed., pp. 59-90). Bogotá, Colombia: Revista la Propiedad Inmaterial. Recuperado el 18 de mayo de 2016, de: <https://www.minjusticia.gov.co/InvSocioJuridica/DbORegistros/GetPdf?fileName=La%20criptografia%20y%20la%20proteccion%20a%20la%20informacion.pdf>
- [7] *Sistemas de cifrado*. (2016). *Gnupg.org*. Recuperado el 16 de mayo de 2016, de: <https://www.gnupg.org/gph/es/manual/c190.html>
- [8] Pousa, A. (2011). *Algoritmo de cifrado simétrico AES. Aceleración de tiempo de cómputo sobre arquitecturas multicore* (Especialista). Universidad Nacional de la Plata.
- [9] Courtois, N. & Bard, G. (2007). Algebraic Cryptanalysis of the Data Encryption Standard. *11th IMA International Conference, Cirencester, 1(1)*, 152-169.
- [10] Pousa, A., Sanz, V., & De Giusti, A. (2011). Análisis de rendimiento de un algoritmo de criptografía simétrica sobre arquitecturas multicor. *XVII CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN, 1(1)*, 231-241.
- [11] *Best damn Cisco internetworking book period*. (2003) (p. 773). Rockland, Mass.
- [12] Knudsen, L. & Wagner, D. (2001). On the structure of Skipjack. *Discrete Applied Mathematics, 111(1-2)*, 103-109. [http://dx.doi.org/10.1016/s0166-218x\(00\)00347-4](http://dx.doi.org/10.1016/s0166-218x(00)00347-4)

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- [13] Paul, G. & Maitra, S. (2012). *RC4 stream cipher and its variants* (p. 15). Boca Raton, FL: CRC Press.
- [14] Forné, J., Melús, J., & Soriano, M. (2013). *Criptografía y Seguridad en Comunicaciones* (1st ed., pp. 1-10). Catalunya. Recuperado el 8 de junio de 2016, de: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/233011/233011_-_2014_II/jf_novatica.pdf
- [15] Talens-Oliag, S. (2014). *Introducción a la Criptología. Universitat de Valencia*. Recuperado el 10 de junio de 2016, de: <http://www.uv.es/sto/articulos/BEI-2003-04/criptologia.html>
- [16] López, J., Samarati, P., & Ferrer, J. (2007). *Public key infrastructure*. Berlin: Springer.
- [17] Sarubbi, J. (2008). *Seguridad Informática. Técnicas de defensa comunes bajo variantes del sistema operativo Unix* (Licenciatura). Universidad Nacional de Luján.
- [18] García Molina, H. (2006). *Avances en informática y Sistemas computacionales*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- [19] Tanenbaum, A. & Morales Peake, D. (1997). *Redes de computadoras*. México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- [20] Willems, W. & Gutiérrez García, I. (2011). *Una introducción a la criptografía de clave pública (2a. ed.)* (p. 12). Universidad del Norte.
- [21] Adleman, R. (2016). *What is RSA algorithm. SearchSecurity*. Recuperado el 17 de junio de 2016, de: <http://searchsecurity.techtarget.com/definition/RSA>
- [22] España Boquera, M. (2003). *Servicios avanzados de telecomunicación* (p. 61). Madrid: Díaz de Santos.
- [23] Gonzáles Manzano, L., De Fuentes, J., & Tejada, G. (2014). *Sistemas seguros de acceso y transmisión de datos* (1st ed.). Malaga: IC. Recuperado el 19 de junio de 2016, de: https://books.google.com.co/books?id=pq3KCQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_ge_summary_r&ad=0#v=onepage&q&f=false
- [24] Meier, A. (2016). The ElGamal Cryptosystem. *Conference On The Advances Of Cryptology, I*(1), 6.
- [25] Gutiérrez, J. & Tena, J. *Protocolos criptográficos y seguridad de redes* (p. 52). Santander: Universidad de Cantabria.
- [26] Viega, J., Messier, M., & Chandra, P. (2002). *Network security with OpenSSL* (p. 225). Sebastopol, CA: O'Reilly.
- [27] Paar, C. & Pelzl, J. (2009). *Understanding cryptography* (p. 278). Berlin: Springer.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=eWbebAxWqJ8>

Análisis teórico y funcional del algoritmo HEVC bajo ambiente de software libre

María Alejandra Bernal López
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas

Ingeniería Telemática
Bogotá, Colombia
(571) 3144091944

mabernall@correo.udistrital.edu.co

Wilfer Sneyder Cortés Urrea
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas

Ingeniería Telemática
Bogotá, Colombia
(571) 3138735065

wscortesu@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

En la actualidad las redes de comunicación tienen como reto transmitir grandes cantidades de datos sin verse afectadas en su desempeño. Con el aumento de dispositivos móviles que constantemente hacen uso de canales de transmisión para compartir información, la usual descarga y envío de secuencias de imagen y la creación de sistemas de video que alcanzan 2 o hasta 4 veces más resolución que FHD [1], generando grandes tasas de transferencia, se hace imprescindible el uso de métodos que permitan la compresión de los datos sin comprometer sus aspectos técnicos y de este modo lograr que el usuario destino consiga decodificar y no detectar alteración en la secuencia de imágenes. H.265/HEVC es un estándar creado por ISO/IEC y la ITU-T, que mediante un algoritmo muy robusto y de gran capacidad, permite la compresión de videos sin importar la resolución o tasa de FPS que presente. HEVC posee un algoritmo híbrido capaz de encontrar y reducir la redundancia espacial y temporal en los píxeles de las imágenes y cuadros que conforman una secuencia de video y calcular los vectores de movimiento en los fotogramas de forma más precisa, dando como resultado un archivo con mejores características de compresión.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

El presente documento tiene como objetivo mostrar los conceptos asociados y características del estándar, los resultados que se obtienen de la codificación de video mediante H.265 y el análisis derivado de los cálculos obtenidos por el software usado.

ABSTRACT

Currently, the communication networks have as challenge to transmit large amounts of data without being affected in their performance. With the increase of mobile devices that constantly make use of transmission channels to share information, the usual download and send of image sequences and the creation of video systems that reach 2 or up to 4 times more resolution than FHD [1], generating high transfer rates, it is essential to use methods that allow data compression without losing its technical aspects and allow to the user to decode and not detect alteration in the images sequence. H.265/HEVC is a standard created by ISO/IEC and ITU-T, that use a very robust and high capacity algorithm, achieve the video compression no matter the resolution or FPS rate. HEVC has an hybrid algorithm able to find and reduce the spatial and temporary redundancy in images pixels and video frames sequence and calculate motion vectors in the frames more precisely, resulting in a file with better compression features.

This paper has as objective to show the concepts, standard features, the results to encode a video using H.265 and analyze the data thrown by the software used.

Categorías y Descriptores Temáticos

Mathematics of computing → Information theory → Coding theory.

Palabras clave

HEVC, H.265, compresión, algoritmo, aplicación.

Keywords

HEVC, H.265, compression, algorithm, application.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, un alto porcentaje del tráfico total en las redes de comunicación está relacionado con contenido multimedia, los videos e imágenes son parte significativa de ello, y cada vez se hacen más masivos por el gran contenido e impacto que genera en el público. Los estándares de video se han desarrollado para satisfacer la necesidad de transmitir o almacenar esta información en formatos más pequeños pero con la condición de que no pierda la calidad. Organizadores como la ITU-T e ISO/IEC han desarrollado una amplia gama de algoritmos como H.261, MPEG-1, H.262/ MPEG-2, MPEG-4, entre otros, para satisfacer las demandas actuales del entorno como la transmisión de video llamadas, televisión digital, aplicaciones por Internet o almacenamiento en medios digitales para su posterior uso. La transición entre el uso de algoritmos no híbridos e híbridos generó un antes y un después radical en estos estándares, con la posibilidad de seleccionar entre la codificación intracuadro e intercuadro para disminuir la redundancia y predecir tramas con mayor eficiencia.

HEVC (High-Efficiency Video Coding) fue introducido en el año 2013 por JCT-VC (The Joint Collaborative Team on Video Coding) un grupo conformado por investigadores de la ISO/IEC e ITU-T que trabajaron en colaboración para desarrollar la nueva generación de estándares de codificación de video[2], manteniendo la tradicional estructura de los algoritmos de compresión, aprovechando las características de los algoritmos híbridos, maximizando la capacidad de compresión, minimizando la pérdida de datos y agregando características nuevas que lograran reducir en un 50% la velocidad de datos necesaria para compresión de videos de alta calidad, comparado con los estándares anteriores. Este artículo tiene como finalidad mostrar las características y rendimiento de ésta reciente tecnología de compresión que mantiene la calidad de las secuencias con un consumo menor de ancho de banda y un aprovechamiento de los recursos computacionales del terminal que ejecuta la codificación.

El cuerpo del documento está compuesto por cuatro capítulos, en el primer capítulo se establece un Marco Teórico donde se especifican conceptos generales de codificación junto con las características y modos de operación de los algoritmos H.264 y H.265, el capítulo dos da a conocer el entorno de ejecución y las herramientas de software utilizadas para la compresión de un clip de video bajo ciertas variaciones de resolución y fotogramas por segundo, el tercer capítulo presenta los resultados obtenidos al usar HEVC en un video y su respectivo análisis en términos de consumo computacional, tamaño de los clips y tiempo de ejecución para el algoritmo H.265. El capítulo 4 presenta un análisis de los valores obtenidos por la herramienta computacional al finalizar la compresión y por último se exponen las conclusiones.

OBJETIVOS

- Presentar los conceptos generales de codificación junto con las principales características y modo de operación del algoritmo H.264 y de su sucesor H.265.

- Analizar los resultados obtenidos de la codificación de una secuencia de video con H.265 en términos de tiempo, tamaño y consumo computacional mediante la variación de parámetros de resolución y frames por segundo.

1. MARCO TEÓRICO

A. Codificación

Es el proceso que lleva a cabo la fuente antes de transmitir un mensaje o almacenarlo. La codificación es un sistema de señales, un método de transmisión de información en forma de códigos [3]. En la actualidad se hace necesario que los tiempos de envío y el espacio que ocupa un archivo se reduzca, conllevando a que los canales de transmisión sean usados de forma eficiente. Este objetivo se alcanza creando algoritmos que logren que el transmisor de información efectúe cambios en los datos mediante métodos de compresión, dando lugar a lo que se conoce como códigos de compresión [4]. Estos códigos son capaces de codificar una cantidad de datos en una muestra más pequeña, buscando la redundancia interna y tratando de eliminarla. Dicha redundancia depende del tipo de archivo, ya sea un video, texto, audio, imagen, entre otros, es por ello que existen diferentes métodos de compresión. Para medir la calidad de un algoritmo, se debe basar en la razón de compresión y en el factor de compresión, entre mayor redundancia exista en los datos, mejor razón o factor de compresión se obtendrá. La razón de compresión se da por el número de bytes del archivo comprimido entre el número de bytes del archivo original, el factor de compresión es lo contrario, se da por el número de bytes del archivo original entre número de bytes del archivo comprimido [5].

Los métodos de compresión de video hacen uso de técnicas de codificación intracuadro e intercuadro, la codificación intracuadro hace uso de la redundancia espacial que exista en la imagen, es decir, analiza pixel por pixel e identifica aquellos que sean iguales unos a otros, y de esta forma se reduce la cantidad de pixeles a transmitir, porque se transmitirá un pixel representativo del conjunto y de ser necesario, también las diferencias de cada pixel respecto al representativo. En cuanto a la codificación intracuadro, ésta hace uso de la redundancia temporal, la cual se basa en la secuencia de cuadros del video, por lo general la diferencia que existe entre cuadros consecutivos de un video es muy poca, la codificación intracuadro no elimina aquellos objetos a los cuales se les detecta movimiento, pero sí la información redundante entre cuadros [6].

Existen dos tipos de compresión, sin pérdida y con pérdida. La compresión sin pérdida hace referencia a los métodos cuyo resultado al ser decodificado es igual a la señal codificada, ejemplo de este tipo, son los compresores de texto, cuya codificación no debe afectar ningún dato, ya que sería muy evidente a al momento de decodificarlo. La compresión con pérdida es aquella que admite pequeños errores en el proceso de codificación de la información, puesto que al ser decodificada, la pérdida de cierta cantidad de información no será relevante o detectada por el observador final, ejemplos de algoritmos que hagan uso de éste tipo de codificación son los que hacen uso de imágenes, videos y sonidos. En la compresión con pérdida no es posible recuperar la información del archivo original mediante el archivo comprimido [7].

Otro ejemplo de la codificación sin pérdida, es la codificación de entropía, la cual se basa en la probabilidad de que un símbolo ocurra en la fuente. Su funcionalidad consiste en la asignación de

palabras cortas, obtenidas de un cierto alfabeto, a los valores de muestras más probables y palabras largas a los menos probables, dando lugar al uso del menor número de bits posibles por símbolo. Los métodos más usados de codificación de entropía para la compresión de vídeo son la codificación Huffman y la codificación Aritmética [8].

B. H.264

H.264 se destaca por hacer uso de una sintaxis de especificaciones simples que le permitieron incluir una gran variedad de aplicaciones como videoconferencias, transmisión de televisión, almacenamiento de multimedia, entre otros [9]; junto con arquitecturas múltiples en redes alámbricas e inalámbricas soportando diversidad en los protocolos de transporte. H.264 cuenta con los mismos elementos o bloques funcionales que sus antecesores, ya que también hace uso de un algoritmo híbrido de predicción y transformación [10] para la reducción de la señal residual y de la correlación espacial, teniendo en cuenta que la imagen original y la residual poseen altos niveles de redundancia espacial, se mejoró el control del bit rate, la predicción por compensación de movimiento y la codificación de la entropía para reducir la correlación estadística. El aspecto adicional que lo hizo tan bien recibido por la comunidad tecnológica fue la adición de la característica de predicción intracadro [11], además de la adición de la transformación de bloques de 4x4, cuando anteriormente se codificaba con muestras de 8x8, tamaño variable de macrobloques reemplazando a los antiguos bloques de tamaño fijo 16x16 y ordenamiento flexible de los mismos para remediar los inconvenientes producidos por las transmisiones inalámbricas y mejoras en la codificación de entropía.

La estructura de H.264 se basa en dos capas, la primera es la capa de abstracción de red que se encarga de la compatibilidad de la secuencia de bits resultante con el canal de comunicación o medio de almacenamiento [9]. La segunda capa se constituye por un mapa que categoriza la secuencia de vídeo, éste se divide en cuadros con los arreglos de luminancia y crominancia, cada cuadro se divide en rebanadas contenedoras de macrobloques. El proceso de codificación inicia cuando el codificador selecciona entre codificación intracadro o intercadro. En codificación intra se utilizan varios modos de predicción para reducir la redundancia espacial de un cuadro. La codificación inter es más eficiente y se utiliza en la codificación tipo Predictiva P o Bidireccional B de cada bloque de muestras. La codificación inter utiliza vectores de movimiento para reducir la redundancia temporal entre cuadros, ésta predicción se obtiene luego de filtrar el bloque reconstruido con anterioridad. Los vectores de movimiento y el modo de predicción intra pueden tener varias especificaciones, dependiendo del tamaño de los bloques a codificar. Antes de ser cuantizado, el error o predicción residual se comprime aún más utilizando una transformada, la que remueve la correlación espacial del bloque. Finalmente, los vectores de movimiento y los coeficientes se codifican utilizando codificadores de entropía tales como CAVLC (*Context-Adaptive Variable Length Codes*) o el CAB AC (*Context-Adaptive Binary Arithmetic Codes*) [10].

C. H.265 - HEVC (High Efficiency Video Coding)

Es uno de los estándares de codificación más reciente creados en conjunto por la ISO e ITU-T motivado por el incremento de los servicios de transmisión de vídeo por Internet en redes tradicionales y móviles, junto con el surgimiento de mayores

resoluciones de vídeo como 4k y 8k en donde se espera lograr representar los cuadros de vídeo con menores tasas de información sin comprometer la calidad de imagen y sonido [12]. Se realizaron diversas mejoras en comparación con el estándar H.264/AVC, en especial aquellas involucradas en el proceso de Estimación de Movimiento. Los cambios realizados involucran nuevos filtros de interpolación con lo cual es posible mejorar la etapa fraccional en comparación con la versión previa del estándar [12].

El algoritmo de HEVC inicia dividiendo cada imagen de la secuencia de vídeo en bloques de muestras o píxeles, estos bloques ingresan al proceso de estimación intraimagen o al proceso de estimación de movimiento. La estimación intraimagen se encarga de reducir la información operando únicamente sobre la redundancia espacial del cuadro actual; mientras que la Estimación de Movimiento o inter-imagen disminuye la redundancia temporal utilizando el cuadro actual y cuadros de referencia contiguos que hayan sido previamente codificados, el primer cuadro de una secuencia siempre será codificado mediante la estimación intraimagen. Ambos procesos resultan en la generación de una señal residual que se calcula por medio de la diferencia entre el cuadro actual y el cuadro estimado. Posteriormente, la señal residual es procesada por una transformada espacial y de ella se obtienen una serie de coeficientes que serán escalados, cuantificados y codificados para luego ser transmitidos junto con la información residual [13]. Estas adiciones se realizan para poder eliminar las redundancias espaciales y para reconstruir la secuencia del lado del receptor.

Entre las características más relevantes de HEVC se encuentra la relación compresión de datos que duplica a la del estándar anterior H.624 aumentando la complejidad de cálculo, también hace uso eficiente del canal, del codificador, y de los procesadores de un nodo, aprovechando el potencial computacional de la actualidad para lograr la compresión deseada. El concepto de macrobloque usado en H.624 es reemplazado por el de CTU (Coding Tree Unit) y aunque su tamaño sigue siendo variable y elegido por el codificador, la cantidad de píxeles aumentó, para generar muestras de hasta 64x64 [14], éstos se dividen en tres bloques CTB (Coding Tree Block), uno de luminancia con tamaño L y dos de crominancia de tamaño L/2, los cuales a su vez se pueden dividir en unidades más pequeñas de procesamiento denominadas CU (Coding Unit) que pueden tener tamaño de 64x64, 32x32, 16x16 o de 8x8, una CU puede ser codificada por el método intracadro, inter cuadro o merge/skip. El método de codificación intra por ejemplo, posee 35 modos de predicción contra los 9 que usaba H.264 lo que le permite codificar vectores de movimiento con mayor precisión y para la predicción inter, se introduce el nuevo método de predicción de movimiento Adaptive Motion Vector Prediction. Si se considera necesario, la CU se compone de PUs (Prediction Unit) y Tus (Transform Unit). La PU es la unidad elemental de predicción, y a la TU se le aplica la transformada y la cuantificación [15].

La distribución antes mencionada permite adaptar la predicción a distintos tipos de secuencia en una estructura de árbol cuaternario. Para secuencias con imágenes que posean cuadros con mayor estimación de movimiento o detalle se hará uso de muestras de menor tamaño, y para imágenes contiguas que presenten similitudes entre ellas o cuadros con poca estimación de movimiento, los bloques tendrán los tamaños más grandes, de hasta 64x64. Luego de eliminar redundancias y aplicar los modos direccionales, el algoritmo HEVC codifica el resultado mediante alguno de los algoritmos mencionados para H.264.

2. ENTORNO DE EJECUCIÓN

A continuación se mencionan las características del ambiente computacional usado para la compresión.

El Software y SO usados fueron Cmake-3.2.2, Ffmpeg-2.6.2, X265-hf y Ubuntu v.14.04.2. A nivel de hardware, se usó un PC con procesador Inter Core i5 M460, memoria RAM de 4GB y disco Duro de 500GB.

Archivo de prueba

El video original, previo a la conversión mediante H.265, posee en cuanto a sus características de video una dimensión de 640x360, códec con H.264/AVC y una tasa de fotogramas de 24 por segundo.

3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados arrojados en cuanto a consumo computacional, tamaño del fichero final y tiempo tomado en comprimir el archivo, teniendo en cuenta variaciones realizadas al video.

A. Consumo computacional

Algunos de los parámetros que se pueden variar dentro del proceso de la compresión de video haciendo uso del estándar HEVC, son la tasa de fotogramas por segundo y la resolución del video. La tasa de fotogramas es la medida de la frecuencia a la cual se reproduce una cantidad de distintos fotogramas en un segundo, el cambio entre diferentes frames a altas velocidades es lo que el cerebro humano interpreta como la acción de movimiento. Entre mayor sea la cantidad de FPS de un video, más detallado y natural resultará el fotograma y la calidad aumentará considerablemente eliminando las visualizaciones desenfocadas y borrosas. Las pruebas de compresión realizadas se llevaron a cabo con un video base de 15 segundos de duración, un tamaño de 1320KB y una tasa de 24 fps, ésta es la velocidad estándar de grabación y reproducción más usada en la actualidad. El video se sometió a compresión a diferentes tasas de fotogramas y resoluciones, en las figuras 1, 2, 3 y 4 se detalla el uso de recursos computacionales realizados al momento de ejecutar el proceso de compresión.



Figura. 1 Uso CPU vs FPS resultante antes y durante la compresión mediante HEVC.



Figura. 2 Uso CPU vs Resolución resultante antes y durante la compresión mediante HEVC.

El aumento del consumo de los recursos de la máquina son consistentes, debido a que un cálculo y ejecución de un algoritmo de esta magnitud requiere del uso de componentes de hardware para poder funcionar correctamente, aun así, es importante resaltar cómo el algoritmo hace un mejor aprovechamiento de la cantidad de procesadores que posee la máquina, un beneficio del cual se puede sacar ventaja, debido a las características de los computadores en la actualidad, esto posibilita el procesamiento en paralelo para la compresión de videos, ya que el algoritmo genera hilos que ejecutan operaciones de manera simultánea, disminuyendo los tiempos de compresión. En el actual ejemplo es evidente un aumento en el uso de CPU, pero el tiempo de respuesta para la codificación fue corto y la máquina no tuvo un nivel de alteración en sus recursos que afectara su rendimiento. En las figuras 3 y 4 se evidencia que la memoria RAM no sufrió grandes cambios, tanto para las pruebas con FPS, como de resolución; solo en un 2% subió su nivel de uso en la mayoría de los ensayos, comprobando que el algoritmo hace más uso de los procesadores que de la memoria del dispositivo. Los resultados de las pruebas frente al uso de CPU en la compresión teniendo como factor los FPS, que se observan en la figura 1, muestran un cambio elevando y similar en el uso de los procesadores para todas las variaciones, todo lo contrario frente a la resolución, ya que a medida que aumenta la cantidad de píxeles, mayor era el uso de los procesadores.



Figura. 3 Memoria RAM vs FPS resultante antes y durante la compresión mediante HEVC.



Figura. 4 Memoria RAM vs Resolución resultante antes y durante la compresión mediante HEVC.

B. Tamaño

En la figura 5 se observa que todas las compresiones realizadas con diferentes tasas tienen un tamaño considerablemente menor al del fichero original, inclusive las que poseen cantidades mayores de fotogramas. La compresión da lugar a un nuevo video, aproximadamente 30% más liviano, conservando la calidad dimensional de la imagen y del sonido.

Por otra parte, la resolución indica la cantidad de pixeles que son mostrados por cada imagen dentro de un frame de video, el clip usado para las pruebas de compresión posee 230.400 pixeles por imagen y 5'529.600 pixeles por segundo de video. La resolución de video es un factor de gran importancia que además de definir la medida vertical y horizontal relativa, da muestra de la calidad, por lo tanto, la calidad del video es también directamente proporcional a la resolución de los frames. El clip de video para pruebas, se sometió a compresión con variación de parámetros de resolución, en la figura 6 se pueden evidenciar los resultados obtenidos.

Según los resultados, es posible observar que los tamaños medidos en KB en todas las resoluciones asignadas al algoritmo compresor resultan más pequeñas que las del video original, inclusive las que manejan resoluciones más altas ostentan un tamaño 24% menor, y las resoluciones por debajo del video prueba, tienen un promedio de tasa de compresión del 54% más, respecto al formato de H.264. En éste aspecto se pueden contrastar y comprobar que las tasas de compresión que teóricamente existen respecto a H.625 frente a H.624 son verídicas, se obtiene un video codificado con altas cualidades y un tamaño considerablemente más pequeño.

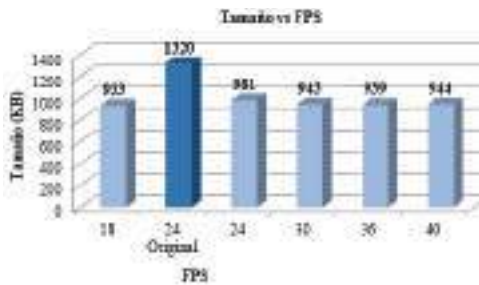


Fig. 5 Tamaño vs FPS resultante luego de compresión mediante HEVC.

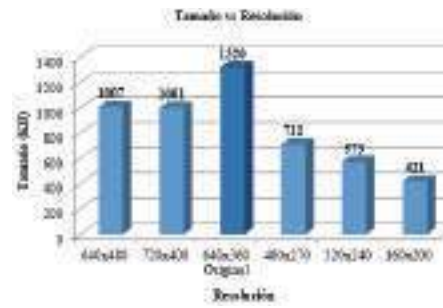


Fig. 6 Tamaño vs Resolución resultante luego de compresión mediante HEVC.

C. Tiempo

La duración del proceso realizado por HEVC teniendo en cuenta el factor FPS y el de la resolución, son expuestos en las figuras 7 y 8.

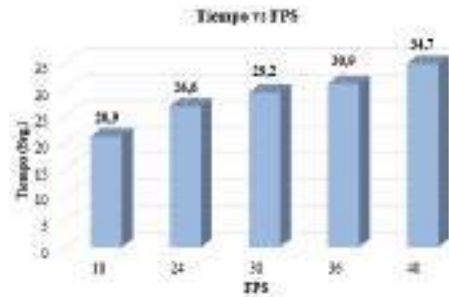


Fig. 7 Tiempo vs FPS resultante luego de compresión mediante HEVC.

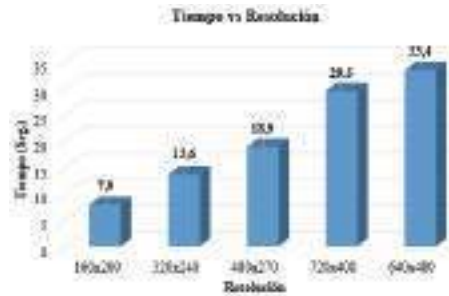


Fig. 8 Tiempo vs Resolución resultante luego de compresión mediante HEVC.

La compresión teniendo en cuenta el factor de la resolución no se mantiene constante y aumenta de forma más gradual que con FPS, denotando que existe un proceso más marcado cuando se comprime teniendo en cuenta cada píxel por frame.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS POST-COMPRESIÓN

Luego de aplicar el algoritmo de compresión H.265 a un clip de video, se obtiene por parte del software compresor una serie de resultados de resumen que se detallan en la figura 9.

```
x265 [Info]: frame I:      6, Avg QP:29.29 kb/s: 923.52
x265 [Info]: frame P:     126, Avg QP:30.22 kb/s: 281.28
x265 [Info]: frame B:     228, Avg QP:35.17 kb/s: 97.81
x265 [Info]: global :     360, Avg QP:33.34 kb/s: 175.79
x265 [Info]: Weighted P-Frames: Y:5.6% UV:2.4%
x265 [Info]: consecutive B-frames: 33.3% 9.8% 12.9% 38.6% 5.3%
```

Figura. 9 Resumen post-compresión HEVC

AVG QP: Especifica el promedio del parámetro de cuantificación (QP) utilizado, sirve para cuantificar los valores de crominancia dentro de una imagen y así comprimir el rango de valores para el envío de un flujo más pequeño y comprensible. El valor del parámetro de cuantificación será proporcional a la información de color que se perderá dentro del frame [16], los valores recomendados de cuantificación de crominancia roja y azul para H.265 oscilan entre 28 y 37. Para el video de prueba, se hizo uso de valores de cuantificación dentro de los rangos recomendados con valores entre 29,29 y 35,17.

Frame I: Conocido también como intra cuadro, es un frame auto referenciado que sólo usa información de su propio cuadro, es el más pesado en comparación con los frame P y B, y el de más alta calidad, pero el menos eficiente respecto a la perspectiva de compresión. Cumple con dos funciones valiosas dentro de la codificación, la primera consiste en ser un referente, ya que toda secuencia de video inicia con éste porque es el único que no se puede referenciar en vecinos o cuadros anteriormente codificados, la segunda función es ayudar a suavizar los cambios de escena [17]. Para el vídeo de prueba, se identificaron y codificaron 6 frames I de los 360 que conforman el clip de video, se muestra al usuario la cantidad encontrada de este tipo, la tasa de cuantificación usada y el total de kb/s del video original que serán comprimidos.

Frame P: Son frames de predicción que generan vectores de movimiento para predecir la posición de un punto en un tiempo determinado, cuando uno de estos se produce el codificador revisa los cuadros previos para hallar información redundante. Resultan más eficientes que los frame I, pero menos eficientes que los B [18]. Para el vídeo de prueba, se identificaron y codificaron 126 frames P de los 360 que conforman el clip de video.

Frame B: Son los frames de predicción bidireccional, cuando se produce, el codificador puede revisar los cuadros previos y los posteriores a él para hallar información de imagen redundante, éste es el frame más eficiente de los 3 [19]. Para el vídeo de prueba, se identificaron y codificaron 228 de los 360 que conforman el clip de video.

global: Muestra el resumen de la compresión realizada, aquí se encuentran parámetros como la cantidad total de frames del video, la tasa promedio de cuantificación en todo el proceso y el promedio de kb/s analizados.

Weighted P-Frames: Propiedad que permite al codificador identificar el grado de degradación de colores dentro un cuadro, posibilitando mantener la calidad de imagen, puesto que no afectará la tonalidad del color en esa sección [20]. Con un estándar de codificación menos avanzado, el color sería cuantificado y normalizado en un valor estándar y el vídeo perdería su calidad visual. En los valores obtenidos a partir de la prueba de codificación, se muestra el porcentaje de luminancia Y y UV difuminado que fueron conservados en un análisis de color YUV/RGB.

Consecutive B-frames: Indica la cantidad de frames B consecutivos que se lograron identificar dentro del análisis de predicción [17], cuando se identifican frames consecutivo, es más

fácil conservar la calidad del vídeo y la compresión se hace mucho más efectiva.

CONCLUSIONES

En la compresión realizada mediante HEVC se hace uso eficiente de los modos de predicción, el 63% de los cuadros del video de prueba, hizo uso del frame de predicción más eficiente, el B y sólo el 1,6% del menos eficiente, el I; las predicciones reducen en gran medida el tamaño de un clip de vídeo, y cuando se hace uso masivo del frame B, se está aprovechando todo el potencial computacional y tecnológico para realizar una compresión de video de alta calidad.

HEVC explota las actuales tecnologías que proporcionan variedad de procesadores en un solo terminal, ejecución de tareas en paralelo y la capacidad de cálculo que ofrecen, para minimizar los tiempos de ejecución, la tendencia a la pérdida de datos y la implementación de un algoritmo robusto con grandes capacidades de compresión.

Una excelente ventaja que proporciona HEVC, es que abarca variedad de campos de la tecnología y no deja atrás a las ubicuas, como los son los smartphones y tablets, que hacen uso constante del canal, demandando los mismos recursos que un PC puede solicitar a pesar de poseer características de hardware limitadas.

Al comprobar la gran capacidad que posee HEVC en la disminución del tamaño del archivo multimedia, se ratifica que ha sido diseñado con el fin de dar solución a la gran demanda de consumo y transferencia multimedia usada en la actualidad. Su reto ahora consistirá en adecuar o mejorar el algoritmo para ser capaz de abordar nuevos servicios que paulatinamente serán creados a medida que la tecnología y la sociedad lo requieran.

REFERENCIAS

- [1] Matthews, D. (2016). Special Event Production: The Resources (2nd ed., p. 160). New York: Routledge.
- [2] JCT-VC - Joint Collaborative Team on Video Coding. (2016). ITU. Recuperado el 24 de julio de 2016, de <http://www.itu.int/en/ITU-T/studygroups/2013-2016/16/Pages/video/jctvc.aspx>.
- [3] Coding - Decoding. Arihant Books. Recuperado el 1 de agosto de 2016, de <http://www.arhantbooks.com/chapterdownloads/j313.pdf>
- [4] Borda, M. (2011). Fundamentals in information theory and coding (p. 53). Berlin: Springer-Verlag.
- [5] Morales Sandoval, M. (2003). Notas sobre Compresión de Datos. Cinvestav Tamaulipas - Departamento de Maestría en Computación. Recuperado el 23 de julio de 2016, de <http://www.tamps.cinvestav.mx/~mmorales/documents/Compre.pdf>
- [6] Belenguer, Á. (2011). 3. Compresión de la información de vídeo. Universidad de Castilla La Mancha - Departamento de Ingeniería Técnica de Telecomunicación. Recuperado el 25 de mayo de 2016, de <http://edii.uclm.es/~jmllova/Archivos/VD/Archivos/VdCompresion.pdf>
- [7] Pérez Vega, C. (2015). Compresión de vídeo. Universidad de Cantabria-Departamento de Ingeniería de Comunicaciones. Recuperado 19 May 2016, a partir de

- <http://personales.unican.es/perezvr/pdf/Compresion%20de%20video.pdf>
- [8] Cuenca Castillo, P., Garrido del Soto, A., & Quiles Flor, F. (1999). Codificación y transmisión robusta de señales de vídeo MPEG-2 de caudal variable sobre redes de transmisión asíncrona ATM (p. 73). Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha.
- [9] H.264 Advanced video coding for generic audiovisual services. (2016). ITU.int. Recuperado el 14 de junio de 2016, de <http://www.itu.int/rec/T-REC-H.264-201602-I/en>.
- [10] Ochoa Domínguez, H., Mireles García, J. & Cota Ruíz, J. (2007). Descripción del nuevo estándar de vídeo H.264 y comparación de su eficiencia de codificación con otros estándares. Ingeniería, investigación y tecnología, 8(3), pp.157-180.
- [11] Huand, Tiejun, M., & Siewi,. (2013). AVS-The Video Coding Standard for DTV and Other Applications. Primer Foro Internacional De Televisión Digital. La Habana, Cuba.
- [12] Soto León, J. (2016). Diseño de una arquitectura para Estimación de Movimiento Fraccional según el estándar de codificación HEVC para vídeo de alta resolución en tiempo real (Licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [13] Sullivan, G., Ohm, J., Han, W., & Wiegand, T. (2012). Overview of the High Efficiency Video Coding (HEVC) Standard. Circuits And Systems For Video Technology, IEEE Transactions, 22(12), 1649-1668.
- [14] De la Torre Moya, E. (2014). Evaluación y Diseño de algoritmos eficientes para la mejora de un transcodificador de vídeo HEVC/VP9 (Licenciatura). Universidad de Castilla - La Mancha.
- [15] H.265: High efficiency video coding. (2015). ITU.int. Recuperado el 1 de julio de 2016, de <https://www.itu.int/rec/T-REC-H.265-201504-I/en>
- [16] Trussell, H. (2014). Academic press library in signal processing (p. 189). Kidlington, Oxford, UK: Academic Press.
- [17] HEVC DEMYSTIFIED A Primer on the H.265 Video Codec. (2013). Elemental Technologies. Recuperado el 3 de agosto de 2016, de <http://goo.gl/y7JikT>
- [18] Kostadinov, A. (2015). Real-time End-to-End H.265/HEVC Solution for Intel® Architecture-based Platforms. Intel Developer Zone. Recuperado el 7 de agosto de 2016, de <https://software.intel.com/ru-ru/android/articles/real-time-end-to-end-h265hevc-solution-for-intel-architecture-based-platforms>.
- [19] Stankowski, J., Karwowski, D., Grajek, T., Wegner, K., Siast, J., & Klimaszewski, K. et al. (2014). Bitrate Distribution of Syntax Elements in the HEVC Encoded Video. International Conference On Signals And Electronic Systems, 1-2.
- [20] Boyce, J. (2016). Weighted prediction in the H.264/MPEG AVC video coding standard. Circuits And Systems, 2004. International Symposium On, 1(1), 1-3



IContactMe: Una agenda telefónica basada en tecnologías de Internet de las Cosas

Jairo Guerrero García
Universidad de Nariño
jg@udenar.edu.co

Jesus Insuasti
Universidad de Nariño
insuasty@udenar.edu.co

Manuel Bolaños González
Universidad de Nariño
mbolanos@udenar.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presentan los principales aspectos de diseño, implementación y funcionalidad de *iContactMe*, una aplicación prototipo que propone mejorar la administración de los contactos telefónicos de los usuarios a través de diversos servicios que aprovechan tecnologías de Internet de las Cosas. *iContactMe* integra las tecnologías de cómputo en la nube y comunicación de campo cercano (*NFC* por sus siglas en inglés) con el objetivo de facilitar a los usuarios la adquisición e intercambio de información, una forma atractiva de interacción con sus dispositivos y con otros usuarios, la organización de los contactos de acuerdo a sus necesidades y el acceso ubicuo a la información.

ABSTRACT

In this paper, we present the principal aspects of design, implementation and functionality of *iContactMe*, an application prototype that aims to improve the management of telephone contacts of the users through services that take advantage of Internet of Things technologies. The cloud computing and Near

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Field Communication (NFC) technologies are integrated to *iContactMe* to provide users the acquisition and exchange of information, an attractive way of interacting with their devices and other users, the organization of contacts according to their needs and ubiquitous access to information.

Categorías y Descriptores Temáticos

H.1.2.b **Computación Centrada en Humanos:** Cómputo móvil y ubicuo, sistemas y herramientas de cómputo móvil y ubicuo.

Términos Generales

Internet de las Cosas, desarrollo web, desarrollo móvil y ubicuo.

Palabras clave: Internet de las cosas; cómputo en la nube; tecnología NFC

Keywords: Internet of things; cloud computing; NFC technology

INTRODUCCIÓN

Los grandes avances tecnológicos de las últimas décadas en el campo de las tecnologías de la información y la comunicación han hecho posible que actualmente tengamos acceso a Internet con relativa facilidad y a bajo costo. Debido a esto, cada vez es mayor la cantidad de dispositivos (cosas u objetos cotidianos) que pueden conectarse a Internet, por ejemplo: teléfonos, electrodomésticos, automóviles, relojes, etc., y con tecnologías de conexión de mayor alcance. En relación a lo antes mencionado, el objetivo de lo que se conoce como Internet de las Cosas (IdC) es extender la conectividad de los objetos de nuestro entorno a la red para aprovechar sus beneficios. Según el IBSG (siglas de Internet Business Solutions Group) de Cisco, el IdC es “*sencillamente el punto en el tiempo en el que se conectaron a Internet más cosas u objetos que personas*” [1]. Ahora bien, desarrollar aplicaciones

para diversos escenarios de IdC como el monitoreo del medio ambiente, cuidado y salud personal, sistemas inteligentes de transporte, supervisión de plantas industriales [2][3][4][5] etc., es importante el despliegue de tecnología como Internet, almacenamiento y cómputo en la nube, RFID, NFC, redes de sensores, comunicación inalámbrica y sistemas embebidos, que son consideradas tecnologías clave para el desarrollo de IdC [2][5][6]. Como una primera aproximación a la integración de estas tecnologías, en este trabajo se presenta *iContactMe*, una aplicación prototipo que propone mejorar la administración de los contactos telefónicos de los usuarios a través de diversos servicios que aprovechan varias de las tecnologías antes mencionadas, consideradas clave en el desarrollo de IdC. *iContactMe* integra las tecnologías de cómputo en la nube y NFC con el objetivo de facilitar a los usuarios la adquisición e intercambio de información, una forma atractiva de interacción con sus dispositivos y con otros usuarios, la organización de los contactos de acuerdo a sus necesidades y el acceso ubicuo a la información.

El resto del artículo se organiza como sigue. En la primera sección se definen las tecnologías consideradas clave para el desarrollo de Internet de las Cosas. En la siguiente sección se describe el diseño conceptual de *iContactMe* y las tecnologías detrás de la aplicación prototipo. Enseguida se despliegan las principales interfaces de *iContactMe* y se describe su funcionalidad. Por último, presentamos nuestras conclusiones finales.

TECNOLOGÍAS CLAVE PARA INTERNET DE LAS COSAS

Poco a poco el IdC se está convirtiendo en el actor principal de la siguiente generación de información de la red. IdC es un concepto que para poder materializarse requiere de la integración de múltiples tecnologías. A continuación se describen, de acuerdo a la literatura consultada, aquellas que se consideran clave para su desarrollo [2][5][6].

Internet

IdC es considerada por la literatura [2][4][5] como el Internet de la siguiente generación – que es en esencia una red –. Entonces puede decirse que Internet es una condición básica de IdC que habilita la comunicación de cualquier persona y de cualquier objeto de manera ubica, es decir, en cualquier momento y en cualquier lugar.

Almacenamiento y cómputo en la nube

El cómputo en la nube [7][8] se considera un modelo de tecnología que mueve los servicios de computación (software, plataformas o infraestructura) de un medio tradicional (computadora personal, teléfono celular, entre otros) a Internet. Mientras que el almacenamiento en la nube [9] es considerado en sí un servicio en la nube que permite a los usuarios acceder a un espacio de almacenamiento en Internet.

Identificación por radiofrecuencia (RFID)

RFID (siglas de *Radio Frequency IDentification*) [10][11] es un tipo de tecnología de intercambio de datos. La lectura y grabación de los datos se realiza a partir de un chip conectado a una antena que recibe señales de radiofrecuencia desde un dispositivo de

lectura y grabación (denominado normalmente lector, codificador o interrogador). El intercambio de datos se produce automáticamente, sin que ningún operador tenga que intervenir para activar la lectura de RFID.

Comunicación de campo cercano (NFC)

La tecnología de comunicación de campo cercano o mejor conocida como NFC (siglas de *Near Field Communication*) [12][13] es un estándar que está basado en comunicación inalámbrica de corto alcance. Es una tecnología de proximidad que se encuentra ya integrada en muchos teléfonos móviles de nueva generación. La tecnología NFC funciona en las transacciones sin contacto, ya sea para intercambiar información o para recibir información de otro chip NFC.

Redes de sensores

Una red de sensores es considerada el núcleo de IdC y puede cooperar con las tecnologías RFID y NFC para rastrear mejor el estado de las cosas, es decir, su localización, la temperatura, movimientos, etc. Una red de sensores consiste en un determinado número (que puede ser muy alto) de nodos equipados con sensores que se comunican a través de enlaces inalámbricos multisalto. Por lo general, los nodos informan los resultados de su detección a un pequeño número (en la mayoría de los casos, sólo uno) de nodos especiales llamados sumideros (*sinks*) [14]. Entre los principales escenarios de aplicación de las redes de sensores se encuentran el monitoreo del medio ambiente, salud, sistemas inteligentes de transporte militar y la supervisión de plantas industriales [2][3][4][5].

Comunicaciones inalámbricas

La comunicación inalámbrica es fundamental para el desarrollo de IdC [2][5][6]. A través de ella es que se puede llevar a cabo la transmisión automática de la información almacenada en las etiquetas RFID y NFC a los sistemas centrales de información. Entre las tecnologías de comunicación inalámbrica que destacan están: Bluetooth, WiFi (*Wireless Fidelity*), UWB (*Ultrawideband*), Zigbee, IrDA (*Infrared Data Association*), etc.

Sistemas embebidos

Como se mencionó anteriormente, IdC se trata de una red que interconecta objetos físicos a través de Internet. En dichas red los objetos se valen en muchos de los casos de sistemas embebidos, es decir, de hardware especializado que le permite no solo la conectividad a Internet, sino además programar eventos específicos en función de las tareas que le sean dictadas remotamente [2][5] [6].

PROTOTIPO

Con el propósito de materializar algunas de las ideas de IdC se desarrolló *iContactMe*, una aplicación prototipo que integra las tecnologías de cómputo en la nube y NFC para desplegar el escenario de IdC que se propone a continuación. El escenario se ilustra en la Figura 1.

Escenario

“Ana y Daniel son dos importantes ejecutivos que se conocen en una fiesta en Matamoros. Ana radica en Monterrey y Daniel en la Ciudad de México. A través de la aplicación *iContactMe* instalada en sus dispositivos móviles, Ana y Daniel intercambian su información de contacto. Tiempo después Ana es ascendida y se va a radicar a Guadalajara. Desde su nueva oficina Ana accede a través de su computadora a la aplicación *iContactMe* para actualizar sus datos de contacto. Por otro lado, mientras está de viaje de negocios en Cancún, Daniel recibe un mensaje en su dispositivo móvil con la notificación de la nueva dirección y teléfono, entre otra información, de Ana en Guadalajara. De esta manera Ana y Daniel contarán siempre con una agenda de contactos telefónicos actualizada y podrán acceder a la información en cualquier momento y en cualquier lugar.”

Tecnologías detrás de *iContactMe*

En general, los componentes de *iContactMe* son tres:

- Tecnología NFC: Se aprovechan las características de corto alcance y alta frecuencia de la tecnología NFC en *iContactMe* para ofrecer a los usuarios una manera más atractiva de interacción, intercambio y adquisición de información entre ellos.
- Dispositivo móvil/Computadora de escritorio. A través de estos equipos, *iContactMe* habilita la capacidad de recolección, edición, consulta y envío de información a la nube para su almacenamiento. Todas estas actividades podrán ser realizadas por los usuarios siempre y cuando sus equipos cuenten con acceso a Internet.
- Base de datos. La base de datos como servicio en la nube es el encargado de almacenar la información (contactos telefónicos) recolectada por los usuarios a través de sus equipos (dispositivos móviles y/o computadoras de escritorio).

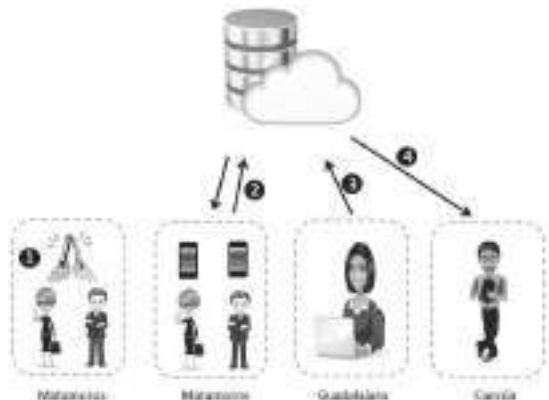


Figura 1. Escenario de la aplicación *iContactMe*. 1. *iContactMe* soporta el intercambio de información de contactos telefónicos a través de la tecnología NFC modo P2P. 2. *iContactMe* registra los datos de Ana y Daniel. 3. *iContactMe* los datos de contacto que Ana ha actualizado. 4. *iContactMe* envía la notificación de actualización de información a Daniel.

El diseño conceptual de la aplicación y la interacción entre sus componentes descritos anteriormente se puede observar en la Figura 2. Los usuarios pueden adquirir información de sus contactos de tres maneras:

1. Introduciendo los datos manualmente.
2. A través de la lectura de tarjetas de presentación inteligentes (*smart business cards*).
3. Por medio de intercambio de información entre teléfonos (modo P2P).

Estas dos últimas opciones empleado tecnología NFC. Una vez adquiridos los datos (información del nuevo contacto), el dispositivo móvil envía la información a la nube para su almacenamiento.

La aplicación *iContactMe* también ofrece una versión web para que pueda ser desplegada en una diversidad de dispositivos (laptop, computadora de escritorio, tableta, etc.) a través de un navegador web. Sin embargo al iniciar sesión en esta versión el usuario únicamente podrá administrar sus (registro, edición, eliminación y recuperación) contactos de forma manual.

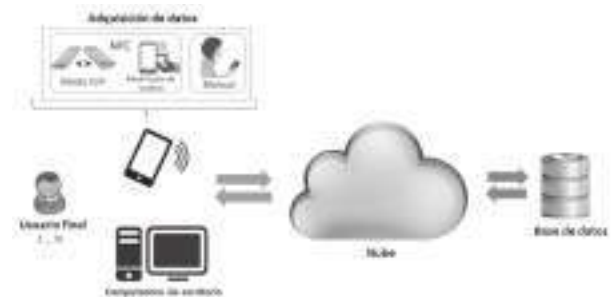


Figura 2. Diagrama conceptual de la aplicación *iContactMe*.

PRUEBAS Y RESULTADOS

Para materializar el escenario descrito anteriormente, se implementó una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android y una versión web de la misma. Durante el desarrollo de *iContactMe* se emplearon las siguientes herramientas y lenguajes de programación: Android Studio 2.1.2, HTML, PHP, MySQL, CSS, Xampp, Bootstrap, phpMyAdmin, JavaScript, Hostinger, Google Account Manager, un lector/escritor NFC USB y etiquetas NFC modelo NTAG213.

Las primeras pruebas de *iContactMe* versión para Android se realizaron usando el emulador nativo de Android. Posteriormente se realizaron pruebas usando los siguientes dispositivos reales:

- Samsung Galaxy Avant con sistema operativo Android v4.4.2 (KitKat) y tecnologías Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth, GPS y NFC.
- Sony Xperia M2 con sistema operativo Android v5.1 (KitKat) y tecnologías Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth, GPS y NFC.

En las Figuras 3-9, que se presentan a continuación, se despliegan las principales interfaces de usuario de la aplicación *iContactMe* tanto de la versión móvil como de la versión web.

Figura 3. Interfaces gráficas de inicio y registro de usuarios en *iContactMe*.

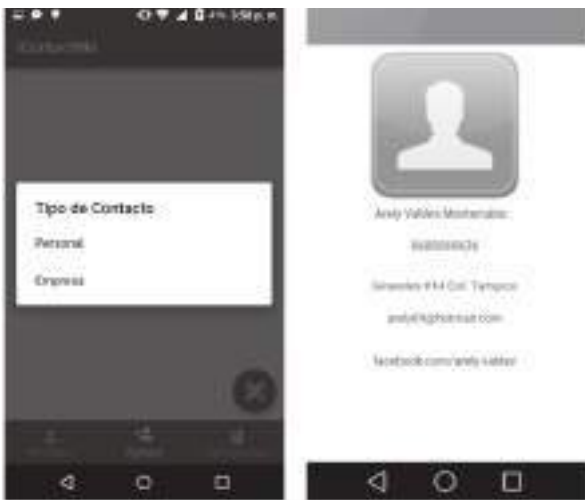


Figura 4. Interfaces gráficas cuando es utilizada la tecnología NFC para intercambiar datos de contacto (NFC modo P2P).

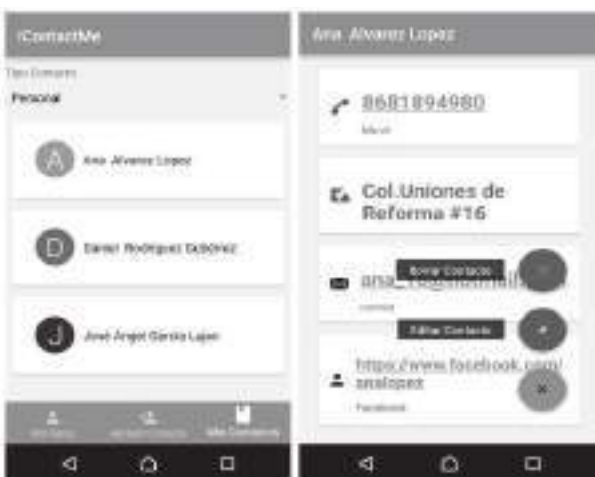


Figura 5. Interfaces gráficas de despliegue de lista de contactos, y opciones tanto de actualización como de eliminación de

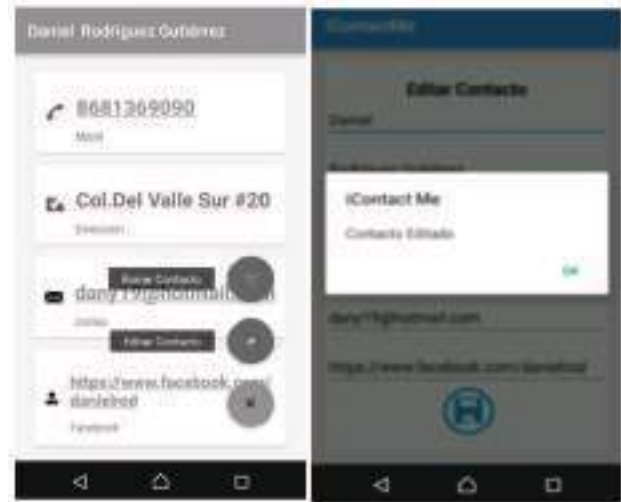


Figura 6. Interfaces gráficas de edición y notificación de actualización en *iContactMe*.



Figura 7. Interfaz gráfica de inicio y registro de usuarios en *iContactMe* versión web.

Figura 8. Interfaz gráfica de despliegue de lista de contactos en *iContactMe* versión web.



Figura 9. Interfaz gráfica de administración de contactos (editar y eliminar contactos) de *iContactMe* versión web.

CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó una aplicación prototipo llamada *iContactMe*. Esta aplicación se desarrolló con el propósito de materializar un escenario sencillo de IdC. Con la integración de diversos servicios basados en tecnologías clave en el desarrollo de IdC, nuestra aplicación supone mejorar la administración de la información de contactos telefónicos de los usuarios ofreciendo una organización de información flexible, la adquisición e intercambio de información empleando tecnología emergente y poco explotada en México como es NFC, una forma atractiva de interacción y el acceso ubicuo de información, aprovechando las características del cómputo en la nube e Internet. *iContactMe* ofrece dos versiones, una versión para Android, probada satisfactoriamente en dispositivos móviles reales, y una versión web que se podrá desplegar en una gama amplia de equipos.

REFERENCIAS

- [1] Evans, D. (2011). Internet de las cosas, Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. *Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) Recuperado de:*
<http://www.cisco.com/web/LA/soluciones/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf> el, 6.
- [2] Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347-2376.
- [3] Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15), 2787-2805.
- [4] Miorandi, D., Sicari, S., De Pellegrini, F., & Chlamtac, I. (2012). Internet of things: Vision, applications and research challenges. *Ad Hoc Networks*, 10(7), 1497-1516.
- [5] Vermesan, O., Friess, P., Guillemin, P., Sundmaeker, H., Eisenhauer, M., Moessner, K., ... & Cousin, P. (2013). Internet of things strategic research and innovation agenda. *RIVER PUBLISHERS SERIES IN COMMUNICATIONS*, 7.
- [6] Liu, Y., & Zhou, G. (2012, January). Key technologies and applications of internet of things. In *Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), 2012 Fifth International Conference on* (pp. 197-200). IEEE.
- [7] Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of internet services and applications*, 1(1), 7-18.
- [8] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., ... & Zaharia, M. (2010). A view of cloud computing. *Communications of the ACM*, 53(4), 50-58.
- [9] Wu, J., Ping, L., Ge, X., Wang, Y., & Fu, J. (2010, June). Cloud storage as the infrastructure of cloud computing. In *Intelligent Computing and Cognitive Informatics (ICICCI), 2010 International Conference on* (pp. 380-383). IEEE.
- [10] Montenegro, G. A., & Marchesin, A. E. (2007). Sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID). *Comisión Nacional de Comunicaciones*.
- [11] Jia, X., Feng, Q., Fan, T., & Lei, Q. (2012, April). RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT). In *Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), 2012 2nd International Conference on* (pp. 1282-1285). IEEE.
- [12] NFC Forum, online at <http://nfc-forum.org>
- [13] Coskun, V., Ozdenizci, B., & Ok, K. (2013). A survey on near field communication (NFC) technology. *Wireless personal communications*, 71(3), 2259-2294.
- [14] Mainetti, L., Patrono, L., & Vilei, A. (2011, September). Evolution of wireless sensor networks towards the internet of things: A survey. In *Software, Telecommunications and Computer Networks (SofCOM), 2011 19th International Conference on* (pp. 1-6). IEEE.



IMPLEMENTACION DE UN SISMOGRAFO BASADO EN ARDUINO

ANDRES LEONARDO
AREVALO PARRA

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Facultad Tecnológica
aarevalopar@gmail.com

ERWIN HAMID PARDO
QUIROGA

Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Facultad Tecnológica
erwinpardoq@hotmail.com

RESUMEN

Este artículo presenta la estructuración teórica y práctica de la construcción de un sismógrafo basado en Arduino, como mediante la implementación y unificación de diferentes tecnologías es posible realizar o crear un sistema capaz de registrar y dando un buen manejo a la información, hasta lograr prevenir a las personas de sucesos sísmicos en el mundo.

ABSTRACT

This article presents the theoretical and practical structuring of building an Arduino-based seismograph, as through the implementation and unification of different technologies is possible create a system capable of recording and giving good handling to information, to achieve warn persons seismic events around the world.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Palabras clave

Grandes Datos, Sismógrafo, Arduino, Amenazas Sísmicas,

Keywords

Big Data, Seismograph, Arduino, Seismic Threats

1. INTRODUCCION

En la actualidad se han venido registrando una gran cantidad de movimientos telúricos alrededor del mundo, algunos de ellos pasaron a ser grandes catástrofes tal como paso en Haití o Chile, o en menor escala en Colombia o Perú que no han llegado a causar mayores consecuencias. Sin embargo, con el paso del tiempo se han venido registrando movimientos sísmicos en menores escalas de tiempo, por lo cual se hace indispensable un estudio y un seguimiento detallado acerca del tema. Una de las opciones que se han adoptado particularmente es realizar el registro de cada movimiento por pequeño que sea y alertar a los ciudadanos o personas alrededor del riesgo que se está presentando o de que posiblemente se va a presentar un sismo, que sería el principal objetivo, ya que en realidad lo que se busca es lograr la detección y predicción de estos hechos específicamente con la implementación del concepto de Big Data y todo lo que este abarca.

2. SISMOS

Según [1] los sismos equivalen al rompimiento repentino de las rocas en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno.

Algunos autores definen 4 tipos de sismos:

- **Interplaca:** Se generan en las zonas de contacto de las zonas tectónicas, tienen una alta magnitud, un foco profundo y liberan gran cantidad de energía. Alejados de los centros de población [2].
- **Intraplaca:** Se originan de las placas tectónicas, en las fallas locales. Tienen magnitudes pequeñas o moderadas y son cercanos a los centros de población [3].
- **Volcánicos:** Son consecuencia de la actividad propia de los volcanes, generalmente son de baja magnitud y se limitan al aparato volcánico [4].
- **Provocados por el ser humano:** Originados por explosiones o por el colapso de galerías en explosiones mineras [5].

De igual manera la medición de un sismo se puede realizar en 2 tipos de escala, ya sea Richter o Mercalli, siendo la escala de Richter la más común, definida en [6] como la cual mide la energía liberada durante un sismo, mediante el uso de sismógrafos y la escala de la intensidad.

3. SISMOGRAFO

En [7], Londoño lo define como aquel que se encarga de realizar mediciones sobre las perturbaciones efectuadas en unos sismos; no obstante varias clases de instrumentos registran señales sísmicas que se encuentran enmarcadas en una amplia gama de frecuencias; es así que ondas de cuerpo de sismos regionales tienen un contenido espectral entre 1 y 10 Hz, de 0,1 a 1 Hz para sismos distantes.

El rango de frecuencias registrado en ondas superficiales en la corteza y el manto son entre 0,01 y 0,1 Hz con un período comprendido entre 10 a 100s, por otra parte en el manto inferior en ondas superficiales registra un largo periodo de 1000s Para registrar estas señales es fundamental tener una amplia banda de registros y esto depende de la respuesta instrumental En la siguiente imagen se muestran algunos de los instrumentos más comunes en el registro de actividades sísmicas.

4. ARDUINO

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar [9]. Arduino puede “sentir” el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos [10]. El microcontrolador de la placa se programa con el “Arduino Programming Language” (basado en Wiring1) [11] y el “Arduino Development Environment” (basado en Processing2) [12].

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por la sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños [13].

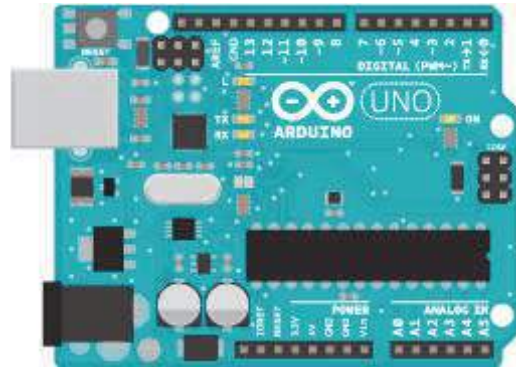


Imagen 1: Modelo Arduino UNO

Existen una serie de placas o modelos que poseen diferentes características descritas en [14]:

- **Arduino UNO:** Es la placa de Arduino que se conecta al PC a través de un cable USB estándar. Esta conexión permite la alimentación de la placa, además de programarla y utilizarla.
- **Arduino Mega:** Es una placa similar a la de USB, está calificada como la placa Arduino de mayor tamaño. Además es la más potente de todas las tarjetas disponibles. Utiliza un microcontrolador ATmega1280, 4 puertos UARTS, entre otras características.
- **Arduino Mega ADK:** Es una placa similar al Arduino Mega, pero con una interface USB para conectar con teléfonos basados en Android.
- **Arduino Ethernet:** Posee un conector RJ-45 para dar soporte Ethernet. Permite tomar la alimentación del propio conector Ethernet.
- **Arduino LilyPad:** LilyPad representa una aplicación distinta, creada para ser colocada en ropa y textiles en general. Hace uso del microcontrolador ATmega168V.
- **Arduino BT:** Posee la capacidad de comunicación sin cables o inalámbrica, mediante el aporte que genera la utilización de un módulo Bluetooth, mismo que es configurable mediante el puerto serie del ATmega168.

NOTA: Para la implementación del sismógrafo prototipo de nuestro proyecto se hizo uso del modelo Arduino UNO.

5. ACELEROMETRO

Se emplea para medir vibraciones y oscilaciones en muchas máquinas e instalaciones, así como para el desarrollo de componentes o herramientas. Los acelerómetros son portátiles y sus valores medidos se pueden almacenar parcialmente [15].

La medición proporciona los siguientes parámetros:

- Aceleración de la vibración
- Velocidad de vibración
- Variación de vibración.

De este modo se caracterizan las vibraciones con precisión.

Los rangos de medida son diversos, desde 1 g, hasta los miles de g's. Respecto al rango de frecuencia disponible, hay acelerómetros que parten de 0 Hz, para medida de bajas frecuencias, acelerómetros que llegan hasta los miles de Hz para altas frecuencias de vibración, otros modelos de muy alta sensibilidad con bajo rango de frecuencia, etc. [16]

Los acelerómetros, como el sensor MMA7361 son capaces de medir la aceleración en 3 dimensiones, llamados ejes X, Y, Z. Todo cuerpo posee un centro de masa que es el lugar donde se equilibran todas sus fuerzas. Si aplicamos una fuerza en un centro de masa, el cuerpo no va a rotar, pero si se aplica desplazado de su centro experimentara un momento de fuerza que lo hará rotar. [17]

6. TRANSFORMADA DE FOURIER

Para la construcción de sismógrafo es necesario tener en cuenta la escala de Richter por lo tanto es común trabajar la señal obtenida del instrumento en el dominio de la frecuencia. De igual forma al aplicar la transformada de Fourier logramos eliminar algunas señales parasitas que en definitiva se convierten en ruido.

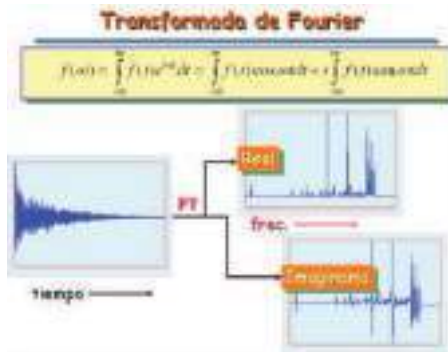


Imagen 2: Dominio de la frecuencia

7. BIG DATA

Denominamos Big Data a la gestión y análisis de enormes volúmenes de datos que no pueden ser tratados de manera convencional, ya que superan los límites y capacidades de las herramientas de software habitualmente utilizadas para la captura, gestión y procesamiento de datos.

El objetivo de Big Data, al igual que los sistemas analíticos convencionales, es convertir el Dato en información que facilita la toma de decisiones, incluso en tiempo real. Sin embargo, más que una cuestión de tamaño, es una oportunidad de negocio. Las empresas ya están utilizando Big Data para entender el perfil, las necesidades y el sentir de sus clientes respecto a los productos y/o servicios vendidos. Esto adquiere especial relevancia ya que permite adecuar la forma en la que interactúa la empresa con sus clientes y en cómo les prestan servicio. [18]

8. IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

A continuación se visualizaran los parámetros y procesos realizados para la implementación del proyecto, iniciando con una descripción de la arquitectura del sistema completo, pasando por la construcción del prototipo, la implementación de la base de datos y la visualización de la información de manera gráfica.

8.1 ARQUITECTURA

El sistema completo tiene como nombre SeismoGraphApp, como primer elemento se encuentra el prototipo físico del sismógrafo

basado en arduino y haciendo uso de un acelerómetro de 3 ejes para la detección de las perturbaciones, adicionalmente, cuenta con un sensor de presión que también hace lectura de datos para estudio del sistema. Toda esta información obtenida se almacena en una base de datos construida con MongoDB, un motor de base de datos no-relacional que permite el almacenamiento de grandes cantidades de información y si posterior estudio, brindando más efectividad y confiabilidad de la información. Se cuenta también con una aplicación de escritorio implementada en Phyton, que mediante una librería llamada Scipy toma la información obtenida, aplica la transformada de Fourier y convierte dicha información al campo de la frecuencia y se visualiza gráficamente.



Imagen 3: Arquitectura SeismoGraphApp

8.2 PROTOTIPO – MONTAJE ARDUINO

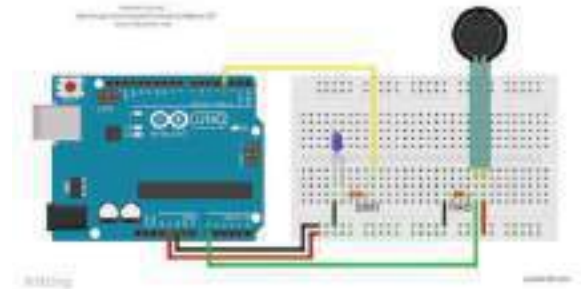


Imagen 4: Representación Sismógrafo - Arduino

El prototipo fue construido con el modelo Arduino UNO, cuenta con un acelerómetro de 3 ejes mediante el cual se realiza la detección y medición de las perturbaciones y un sensor de presión.

El acelerómetro utilizado toma valores de 0 a 255 en rango binario, por lo cual se hace una conversión de analógico a digital para la visualización de los valores de cada eje (x,y,z).

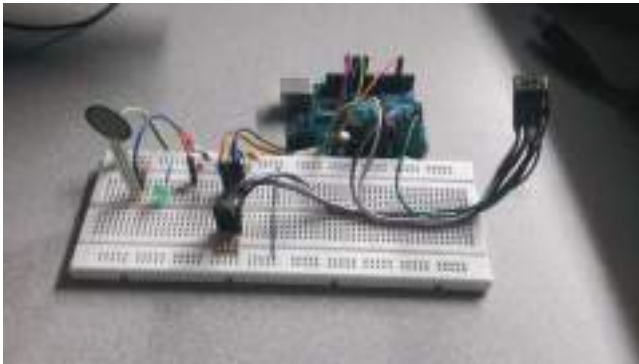


Imagen 5: Prototipo Sismografo basado en Arduino

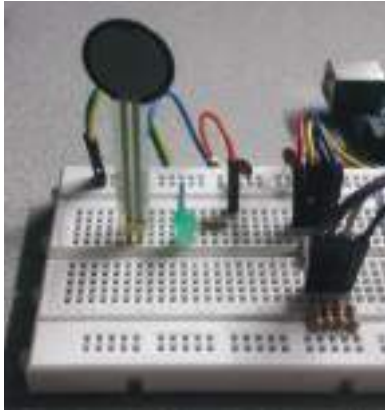


Imagen 6: Sensor de presión

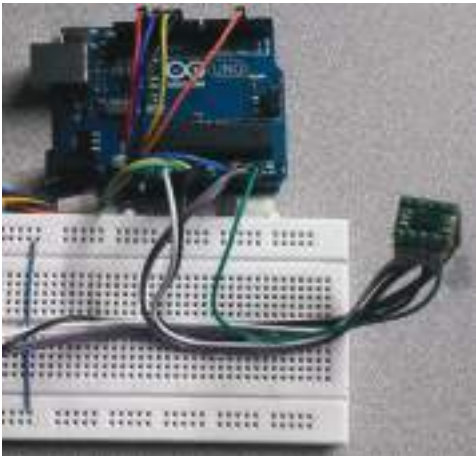


Imagen 7: Arduino y Acelerometro

8.3 CODIFICACION – ARDUINO

La codificación de la aplicación para el control principal del sistema consistió principalmente en realizar la configuración de las conexiones con Arduino y la implementación de los métodos de captura de datos proporcionados por el sismógrafo.

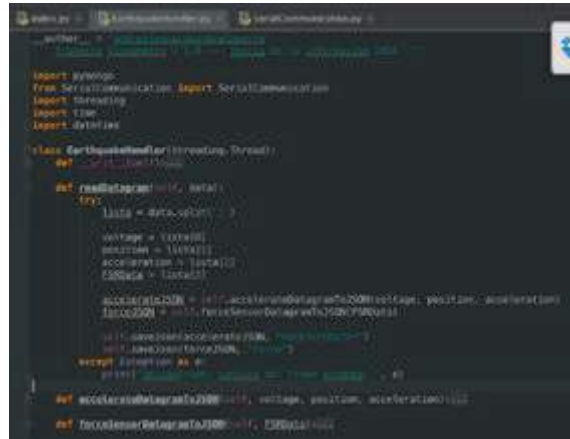


Imagen 8: Codificación Arduino

8.4 BASE DE DATOS – MONGO DB

La información capturada se almacena en una base de datos MongoDB, que se trata de un motor de base de datos no relacional que ha sido creado para brindar escalabilidad, rendimiento y gran disponibilidad, escalando de una implantación de servidor único a grandes arquitecturas complejas de centros multidados.

Adicionalmente, gracias a l manejo de mongo como motor de base de datos, es posible realizar el manejo de grandes cantidades de información con una relación de tiempo más baja que una base de datos relacional, lo cual permite a gestión y análisis más eficiente de los datos que se quieren obtener. Esto es importante para lograr enfocar el proyecto y la información obtenida hacia el concepto de Big Data y así con los resultados obtenidos permitir la toma decisiones y dar un propósito al manejo de estos.

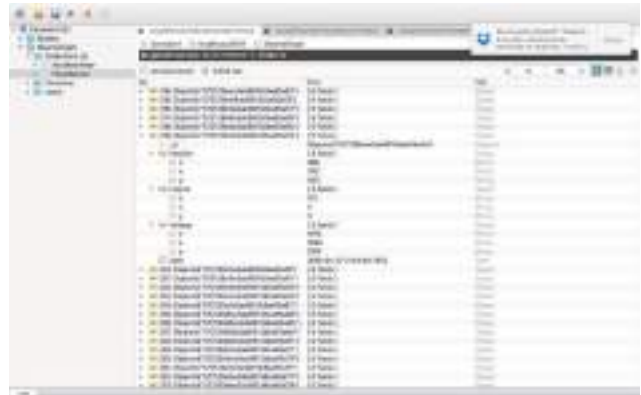


Imagen 9: Interfaz MongoDB

8.5 CONFIGURACION DE NOTIFICACIONES VIA WHATSAPP

Adicionalmente, también mediante la implementación de la aplicación en Phyton se construyó un método que por medio de algunas configuraciones previas, hace el envío de una notificación o mensaje vía WhatsApp a los usuarios que se encuentran registrados o que han sido adicionados al sistema para recibir dichos mensajes.

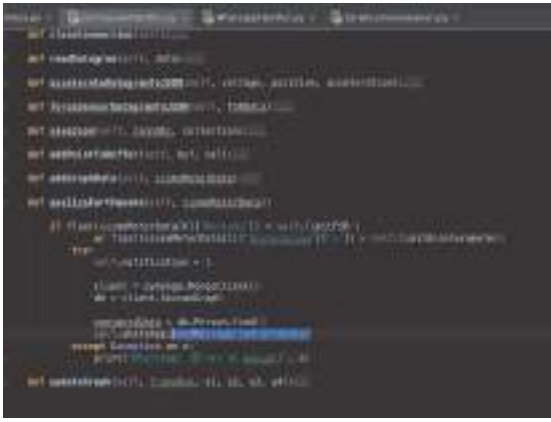


Imagen 10: Metodo de envio de alertas

El sistema fue configurado de tal manera que una vez sea registrado un movimiento telúrico se haga el envío de un mensaje de alerta indicando un posible terremoto. De igual manera el sistema notifica en tiempo real con un mensaje de voz que se ha presentado la novedad.

9. RESULTADOS OBTENIDOS

La siguiente imagen evidencia como Arduino obtiene la información y los resultados arrojados por el sismógrafo, esta es la información que posteriormente se almacena en la base de datos para su manipulación, visualización gráfica y gestión.

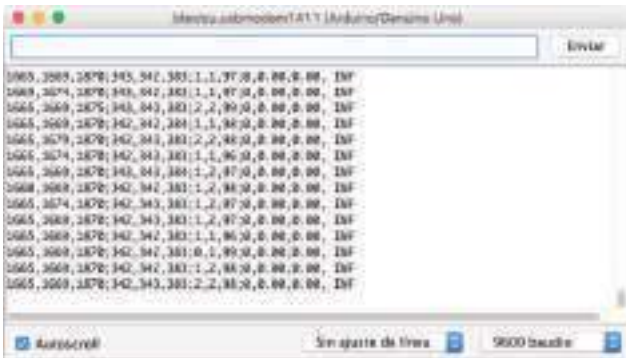


Imagen 11: Visualizacion de datos

Se pueden visualizar las perturbaciones del sistema gráficamente en la imagen (), donde se logra evidenciar la magnitud de los movimientos telúricos o de presión que registra el prototipo construido.

Teniendo en cuenta que se trabajara con respecto a la escala de Richter es importante trabajar la señal obtenida en el dominio de la frecuencia y mediante un algoritmo construido en Python se aplicó la transformada de Fourier para lograr eliminar señales parasitas del espectro.

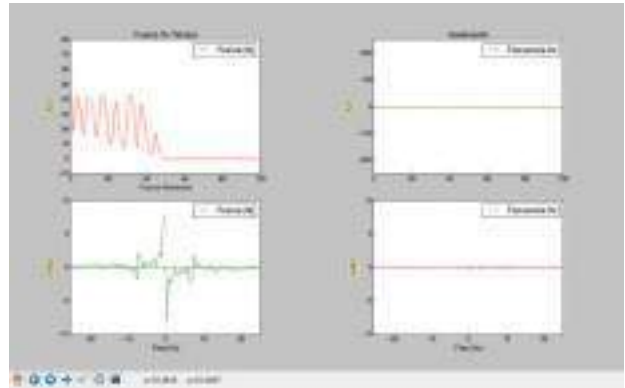


Imagen 12: Panel principal - SeismoGraphApp

Finalmente, podemos ver como el sistema hace el envío del mensaje de alerta a un usuario registrado. Cabe aclarar que es posible enviar el mensaje a varios usuarios simultaneamente dando el aviso, así como también el mensaje puede varias dependiendo de la magnitud del movimiento que se registro.



Imagen 12: Mensaje de alerta a WhatsApp

CONCLUSIONES

1. La plataforma Arduino es una buena solución para la construcción rápida de prototipos de hardware.
2. El lenguaje Python permite manejar fácilmente números complejos, además cuenta con librerías libres que permiten manipular graficas a un alto nivel de detalle.
3. La transformada rápida de Fourier FFT es una solución que permite tratar un conjunto de datos que están en el dominio del tiempo y convertirlos en el dominio de la frecuencia, logrando para este caso práctico trabajar dentro del espectro de frecuencias estándar de sismología en el mundo.
4. El manejo del motor de bases de datos MongoDB permite la gestión y el análisis de los datos obtenidos.
5. Luego de obtener una gran cantidad de información es posible gestionarla y posteriormente realizar tomas de decisiones y hasta predicciones aplicando el concepto de Big Data.
6. La correcta aplicación y construcción de un sistema detector de sismos y el correcto manejo de esta información puede lograr predecir dichos sismos o notificar que están a punto de suceder segundos antes, lo cual brindaría la posibilidad de salvar una gran cantidad de vidas.

BIBLIOGRAFIA

[1] L. Barrientos, J. Fernandez, F. Rivero, “Análisis geográfico y estadístico de la sismicidad en la costa mexicana del Pacífico”

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

Boletín de los Sistemas Nacionales Estadístico y de Información Geográfica Vol3, Núm. 1, 2007, p3.

[2] “Sismo”, Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias. 2007, p23.

[3] “Estudio de Sismicidad”, DOCUMENTO N° 1201-IB-GE-IT-04-Rev 0, VST Ingenieros, Comein S.A, 2010, p5.

[4] J. Colina, “Tipos de Sismos”. Online [Abril, 2013]

[5] CEPRODE. “Actualidad sobre desastres, Boletín de extensión cultural de CEPRODE - Centro de Protección para Desastres”. Año 1, Num1.

[6] “Sobre las escalas de magnitud, Enseñanza de las Ciencias de la Tierra”, 2011 (19.3), pp 267-275.

[7] I. Londoño, “Implementación de un sistema de monitorización de señales sísmicas del volcán Cotopaxi empleando una red de sensores inalámbricos”, Escuela Politécnica del Ejército. Proyecto de grado, 2011.

[8] Jiménez, D. S. V., Espinosa, E. V. R., & Foliaco, J. E. O. (2015). ALTERNATIVAS PARA LA DETECCIÓN Y MONITOREO DE AMENAZAS SÍSMICAS BASADAS EN ARDUINO. Ingenierías USBmed, 4(2), 45-54.

[9] R. Herrador, “Guía de Usuario de Arduino”. Universidad de Córdoba, 2009, pp. 8.

[10] T. Moreno, F. Javier, “Diseño y construcción de una maqueta para el control semafórico con Arduino”. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena-España, 2012, pp. 7.

[11] J. Dean, R. Bruce, S. Reiser. “Using Arduino for introductory programming courses”. Journal of Computing Sciences in Colleges. Volume 25 Issue 2, December 2009 Pages 129-130.

[12] S. Alers, J. Hu, “AdMoVeo: A Robotic Platform for Teaching Creative Programming to Designers”, 4th International Conference on E-Learning and Games, Edutainment 2009, Banff, Canada, August 9-11, 2009, pp 410-421.

[13] D. de Consuegra, “Diseño Y Desarrollo De Una Interfaz Gráfica De Usuario Para La Prueba De Daqs Basados En Arduino Mediante Ros”. Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática. Proyectos Fin de Carrera, 2012, pp 15.

[14] J. Fernández, “Ejemplo de aplicación con Arduino: medida de caudal” Universitat Rovira i Virgili. Tesis de Ingeniería, 2012, p 9

[15] <http://www.ecured.cu/Aceler%C3%B3metro>

[16] http://www.sensores-de-medida.es/sensing_sl/SENSORES-Y-TRANSDUCTORES_35/Aceler%C3%B3metros---Sensores-de-aceleraci%C3%B3n_49/

[17] <http://panamahitek.com/acelerometros-de-3-ejes-lo-que-necesitas-saber/>

[18] <http://www.eleconomista.es/tecnologia/noticias/5578707/02/14/La-moda-del-Big-Data-En-que-consiste-en-realidad.html>



MINERÍA DE DATOS COMO ESTRATEGIA PARA LA DETECCIÓN DEL LAVADO DE DINERO

Jorge Rodríguez, Camilo Rodríguez

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá - Colombia

jerodriguezr@udistrital.edu.co, cami.lord39@yahoo.com

RESUMEN

En este trabajo se trata un análisis profundo de la minería de datos como soporte para proporcionar información sobre el problema de la delincuencia financiera en términos de lavado de dinero, en empresas y organizaciones. También proporciona información para detectar "actividades sospechosas" en los movimientos financieros de una persona que realiza este fraude. Además, busca, clasifica y/o establece una relación en términos de los estados financieros de los usuarios, por los movimientos y / o entradas características. Esto se hará en el proceso de KDD y con la herramienta Weka, en el que se respetarán las categorías de datos que son peculiares y se ajusten a los datos comunes.

ABSTRACT

This paper is about a deep analysis in data mining and as supports to provide information about the problem of financial crime in terms of money laundering in companies and organizations, also provides information to detect "suspicious activities" in the financial movements of a person doing this fraud. In addition, look for classified and/or establish a relationship in terms of the financial statements of users looking for so movements and/or characteristic entries. This will be done in the process of KDD and tool Weka, in which the categories which are peculiar data conforming to common

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

data shall be respected.

Index Terms— Data mining, KDD methodology, Money laundering, Data preprocessing, Data classification, Data mining.

I. INTRODUCCIÓN

El fraude se ha presentado en muchas actividades que involucran fines delictivos para el bien propio. Debido al desarrollo de varias tecnologías de la información, se ha dado paso a nuevas formas de delinquir.

El artículo trata sobre un análisis en la minería de datos y como apoya al proporcionar conocimiento en la solución del problema de delincuencia financiera en cuanto al lavado de dinero. Esto se logra evidenciar proporcionando la información del usuario en cuanto a sus transacciones y el valor de las mismas, para que de esta manera se lleve a cabo una revisión más a profundidad del movimiento de dinero en empresas y organizaciones, generando así resultados que conlleven a revisar los "movimientos sospechosos" que pueden llevarse a cabo a causa del uso normal y cotidiano de las formas de pago de estas personas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El lavado de activos es un delito financiero que se basa en un enriquecimiento ilícito a través de empresas u organizaciones por las actividades de las mismas, generando así un problema en el sistema financiero [1, 2].

El problema en la detección de fraude, radica en el análisis de perfiles de usuario que permitan estudiar el

comportamiento de un cliente, con el fin de detectar anomalías [3].

El lavado de dinero según el GAFI tiene tres etapas [4]:

- 1) *La colaboración*
Activos de origen ilícito que se introducen en movimientos de producción y de trabajo. Luego de esto las revisiones son obstaculizadas por una serie de procesos que permiten no detectar el origen del dinero.
- 2) *La estratificación*
En esta etapa se busca colocar estos dineros en los canales económicos para que de esta manera tengan un proceso de transformación y así se borre el origen del activo.
- 3) *La integración*
Finalmente se integran los activos ilícitos con ciertas actividades para que tomen apariencias legales.

En CRM (Customer Resource Management), el análisis de la información de un usuario, implica una cadena de datos como se muestra en la figura 1.

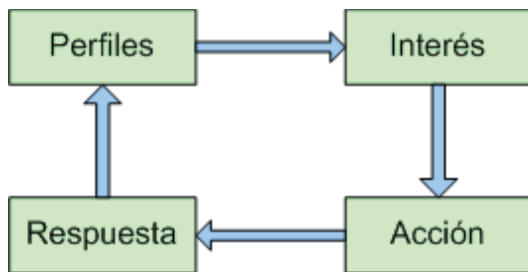


Figura 1. Cadena de datos CRM para el análisis de clientes.

1. *Datos de perfil.* Representan información histórica del cliente tal como: nombre, actividad, edad, entre otros.
2. *Datos de Interés.* Representan las tendencias de interés del cliente en los productos de la compañía.
3. *Datos de Acción.* Representan las transacciones entre el cliente y la compañía.
4. *Datos de Respuesta.* Representan la información de servicio al cliente.

En la práctica la construcción de perfiles de usuario, incluye cuatro pasos:

- 1) *Limpieza de datos,* para eliminar datos redundantes, con el fin de tener un análisis efectivo de detección de fraude.

- 2) *Selección y Extracción de características,* que permitan descubrir indicadores, correspondientes a cambios en comportamientos que indiquen fraude.
- 3) *Modelamiento,* para determinar patrones de fraude por un clasificador.
- 4) *Monitoreo y predicción de fraude,* con el fin de emitir alarmas.

De los cuatro pasos anteriores, el modelamiento y predicción de fraude son los más importantes, y tienen amplia discusión en el campo del aprendizaje computacional. Adicionalmente, una dificultad en la detección de fraude, es que típicamente la mayoría de los datos son legítimos (99%).

En consecuencia con lo mencionado, el objetivo es que, en el área financiera el lavado de dinero se detecte a tiempo y se proporcione la información necesaria para empezar a tomar precauciones con este delito. Además, se hará uso de alguna información antes mencionada, ya que se busca hallar los casos más peculiares entre una serie de perfiles para que de esta manera se lleve a cabo su respectivo estudio y seguimiento, utilizando la minería de datos.

III. PROCESO DE EXTRACCIÓN DEL CONOCIMIENTO KDD

Extraer conocimiento esta entre lazado con el proceso de descubrimiento KDD (*Knowledge Discovery in Database*), que hace referencia al hecho de encontrar nueva información que sea de mayor relevancia por las relaciones que ya están establecidas en la base de datos en grandes volúmenes de información.

Se busca clasificar y/o establecer una relación en cuanto a los estados financieros de los usuarios buscando así movimientos y/o ingresos característicos [5] con el fin de proporcionar más información para detectar este delito financiero. Esto se llevará a cabo en el proceso KDD, en el cual se observarán las categorías donde se encuentren datos representativos a los datos comunes [6, 7].

¿Por qué la minería de datos puede ser capaz de generar datos que nos conlleven a detectar las delincuencias en el entorno financiero?, la minería de datos es un proceso encargado del análisis de la información en las bases de datos con el fin de buscar relaciones o valores que son de interés para el DBA [8]. Además otra rama que influye en estos procesos es la estadística que se define como el proceso de aplicación de las matemáticas sobre cierta información para el estudio de la variación en este caso [8]. Estos dos conceptos

están entre lazado, ya que para las empresas el recurso más valioso es la información de sus clientes.

El proceso KDD en esencia es la extracción de nuevo conocimiento a partir de información ya brindada, basado en las relaciones y/o patrones de la misma que está en la base de datos y que además es distinta de la ya existente [9].

A continuación se mostrará el proceso KDD, usado en la prevención de lavado de activos como se ve en la figura 2 (UIAF [10]).

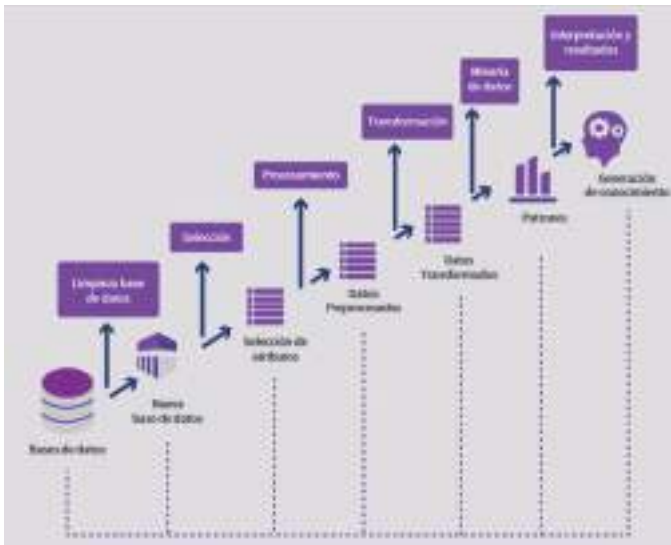


Figura 2. Fases del proceso KDD.

Este proceso consiste en lo siguiente:

1. *Procesamiento de la información* [11]. Se hace una selección de la información, limpieza de la información e integración de la información.
2. *Transformación de la información* [11]. Luego del procesamiento de información, viene el paso donde se obtiene información característica apropiada de la misma para simbolizarla.
3. *Minería de información* [11]. Luego de la transformación, acá se emplea la tarea principal que es la minería de patrones de la información a través de métodos inteligentes.
4. *Presentación y evaluación* [11]. Luego de la minería de la información, se desarrolla la evaluación de los datos minados y se presentan los patrones de la información en fácil comprensión.

IV. SELECCIÓN DE DATOS

En esta fase se determina la fuente de datos que se ha de utilizar, vale aclarar que los datos deben estar orientados al objetivo establecido en la sección II.

La cantidad de registros utilizados para el estudio del problema planteado anteriormente es de 4599, el número de atributos utilizados es de 10 (Tabla I), los cuáles están fundamentados en los datos que son de mayor relevancia en un banco al momento de realizar transacciones y de esta manera brindar información para el estudio de la misma.

Tabla I. Información de Atributos

ATRIBUTO	TIPO	VALOR
Edad	Numérico	18 - más
Tipo de usuario	Catagórico	P. Natural P. Jurídica
Frecuencia Transacciones	Catagórico	Baja Media Alta
Estado Civil	Catagórico	Casado Soltero Divorciado
Propiedades	Catagórico	Si No
Cantidad Transacciones al mes	Numérico	1 y más
Valor de transacciones	Catagórico	Menor a 600000 De 600000 a 1200000 Mayores de 1200000
Ubicación	Catagórico	Rural Urbano
Sexo	Catagórico	M F
Actividad	Catagórico	Empleado Independiente Pensionado Ama de casa

Luego de realizar la evaluación de los atributos e instancias, se almacenan en un archivo de texto plano con ciertas características para poder ser utilizado en la herramienta para minería de datos y se continúa con la siguiente fase del proceso KDD en la cual se hará uso del software WEKA [12].

V. PREPARACIÓN DE DATOS

Antes de empezar con la extracción de patrones de conocimiento se debe realizar una preparación de datos adecuada. El objetivo fundamental de la preparación de datos es la manipulación y transformación de los datos sin depurar para que la información contenida en el conjunto de datos pueda ser descubierta o estar accesible de forma más sencilla [13]. Luego de esto se debe proseguir con los preprocesos de limpieza de datos, transformación y reducción de datos para que de esta manera se pueda seguir con la siguiente fase.

Ahora bien, el proceso de limpieza de datos consiste en detectar datos anómalos y completar los datos faltantes. En primera instancia se define un dato anómalo como aquellos valores que se encuentran superpuestos a los datos normales pero que estadísticamente son correctos, no obstante estos valores tienden a ser incorrectos debido a errores en el procedimiento de recolección del conjunto de datos [12].

A. Detección de valores anómalos (Outlier)

Un valor anómalo es aquel dato [14], que por sus características diferenciadoras en comparación a los demás datos contenidos en la base de datos es sospechoso de haber sido introducido por otros mecanismos.

En consecuencia es necesario realizar una detección de valores anómalos en el conjunto de datos utilizados para brindar información que permita la detección del lavado de dinero, para realizar este proceso se hace uso de la herramienta WEKA, donde este software provee una serie de técnicas para aplicar al problema planteado.

El software arroja una detección de 103 datos erróneos en el atributo *Edad*, por otro lado detecto 220 datos anómalos en el atributo *Cantidad de transacciones al mes*, en consecuencia se obtiene un total de 323 datos anómalos los cuales fueron borrados y luego se realizó el relleno de valores faltantes.

B. Rellenar valores faltantes

Se hace uso de la estrategia de relleno *moda*clase, que se encarga de relleno el dato faltante con la moda del atributo según la clase con influencia mínima, esto se hace con un filtro de *ReplaceMissingValue*.

Por otra parte, el submenú de WEKA brinda una herramienta de clustering que permite la detección de los datos outliers y así mismo los elimina. Esto se realiza con las técnicas de agrupamiento K-Means o EM (Expectation Maximization).

C. Selección de atributos

La selección de atributos principales es una de las tareas más importantes en el preprocesamiento de datos, ya que en esta etapa se dejan solo los atributos más significativos, pero no es del todo funcional debido a que el número de estos no es tan grande como para eliminar alguno de ellos.

Se aplicó el algoritmo *CfsSubsetEval* y el método de búsqueda el *BestFirst* (Primer Mejor) teniendo en cuenta uno de los atributos más importantes en este caso para el lavado de dinero.

Al realizar la selección de atributos sobre el conjunto de datos, el software establece que solo los atributos más importantes son la edad y la cantidad de transacciones al mes pero la que lidera en esos dos es la cantidad de transacciones

al mes teniendo en cuenta el atributo clave valor de transacciones como se ve en la figura 3.



Figura 3. Selección de atributos Weka.

VI. TRANSFORMACIÓN DE DATOS

Esta es una de las fases del proceso KDD, que consiste en alteraciones sintácticas que se realizan sobre los datos, sin embargo esto no significa que se realice un cambio en la esencia de los mismos.

Por ende, en el conjunto de datos utilizados no se hace ninguna transformación ya que no es necesario para hacer el uso de las técnicas de minería de datos.

VII. TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS

Una vez hecha la selección y preparación de los datos se procede a hacer uso de las técnicas de minería de datos.

A. Selección del clasificador

El algoritmo J48 es uno de los algoritmos más usados en la minería de datos, se trata de la mejora del modelo generado con OneR. Esta consigue una probabilidad de acierto ligeramente mayor a otros[15]. Se utiliza este algoritmo porque brinda una probabilidad mayor a otros algoritmos, también es usado en áreas que vinculan bancos específicamente con el tratado del dinero, su funcionamiento se encuentra basado en árboles de decisión haciendo uso de mecanismos de poda.

El algoritmo posee una estructura de árbol de clasificación resultante en la cual la hoja y rama especifican el criterio de división de las hojas finales, en este criterio se especifican el número de casos correctamente clasificados y el número de casos mal clasificados.

B. Modo de evaluación del clasificador

La evaluación del clasificador es el resultado de efectuar la clase prevista con cada una de las instancias.

Métodos de evaluación del clasificador [16]:

a) Use training set

Esta opción entrenará al método con todos los datos disponibles y luego lo aplicará otra vez sobre los mismos para determinar el error al cual se le denomina como “error de resustitución”.

b) Supplied test set

Esta opción permite seleccionar un fichero de datos en el que se ejecutará el clasificador obtenido y se aplicará una predicción sobre los datos para encontrar errores.

c) Cross-Validation

Esta opción realiza una serie de evaluaciones como indica el parámetro Folds. Se segmenta en carpetas las instancias de cada carpeta se toma como datos de test y el resto como datos de entrenamiento para la construcción del modelo. Los errores calculados son el promedio de todas las ejecuciones.

d) Percentage Split

Esta opción evalúa los datos en dos grupos según el porcentaje. El valor indicado es el porcentaje de instancias para construir el modelo, que es evaluado sobre las que se han dejado aparte, luego de que el número de instancias es elevado, se puede estimar las prestaciones del clasificador en el dominio. Además de estas opciones Weka brinda otras en more options, pero en este caso no haremos énfasis en ellas.

C. Configuración del clasificador

El algoritmo J48 posee una variedad de parámetros pero solo uno de ellos es el más importante y es confidence level (Factor de confianza) el cual define la probabilidad de error de que se permite a la hipótesis de que el empeoramiento debido a esta operación es significativo. Entre más baja sea la probabilidad, se exigirá que la diferencia en los errores de predicción antes y después de podar sea más significativa para no realizar la poda.

WEKA en el submenú de clasificación el parámetro de confidence leve viene por defecto con un 25% de confidence level, si este porcentaje se disminuye permitirá al algoritmo hacer más operaciones de poda para que de esta manera se puedan obtener arboles de decisión más pequeños.

VIII. EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Estando en la fase final del proceso KDD de minería de datos se realiza una respectiva interpretación que se define como la identificación de patrones que son importantes basándose en la evaluación.

A. Evaluación del conocimiento

Se ha evaluado el algoritmo con use training set descrito en la sección VII., y con un factor de confianza del 50% donde se indica que se ha generado un árbol de tamaño de 1093 y un número de hojas de 622 como se puede observar en la figura 4.

Number of Leaves : 622
Size of the tree : 1093

Figura 4. Descripción del árbol creado.

Además, se logra observar que hay una correcta clasificación de instancias del 99.1737% frente a un 0.8263% de instancias clasificadas incorrectamente como se logra ver en la figura 5.

Correctly Classified Instances	4581	99.1737 %				
Incorrectly Classified Instances	38	0.8263 %				
Gagne statistic	0.9574					
Mean absolute error	0.0079					
Root mean squared error	0.0411					
Relative absolute error	1.7072 %					
Root relative squared error	13.0462 %					
Total Number of Instances	4599					
--- Detailed Accuracy By Class ---						
TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	ROC Area	Class
0.996	0.006	0.992	0.995	0.994	1	Entre 60000 a 120000
0.999	0.001	0.998	0.998	0.999	1	Menos de 60000
0.999	0.006	0.995	0.999	0.997	1	Más de 120000
Weighted Avg.	0.992	0.004	0.992	0.992	1	

Figura 5. Resultado del clasificador.

Añadiendo a esto, en la precisión de las clases hay varios parámetros a tomar en cuenta, los cuáles son [17], y que se logran identificar en la figura 5, p5:

1. True Positive (TP) Rate

Es la cantidad de ejemplos que fueron clasificados como clase x, es decir, qué cantidad de la clase ha sido capturada.

2. False Positive (FP) Rate

Es la cantidad de ejemplos que fueron clasificados como clase x, es decir, aquellos que pertenecen a otra clase.

3. Precision

Es la cantidad de ejemplos que tienen la clase x, entre todos los que han sido clasificados como clase x.

4. F-Measure

Es lo que se expresa en la ecuación 1.

$$\frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall} \quad (1)$$

La precisión de las clases se ve también en la matriz de confusión donde el TP es el valor del elemento de la diagonal dividido por la suma de la fila relevante, el FP es la suma de la columna menos el valor del elemento de la diagonal dividido por la suma de las filas de las otras clases, la precisión es el elemento de la diagonal dividido por la suma de la columna relevante.

La matriz de confusión está conformada por filas y columnas según la cantidad de clases que haya. El número de instancias de la matriz está dada por la suma de la diagonal principal y se puede decir que el resto de instancias se clasifican de forma incorrecta. En este caso la figura 6 se puede ver que se ha logrado clasificar correctamente 1886 instancias de la clase a, 1466 instancias de la clase b y 1209 instancias de la clase c, para un total de 4561 instancias clasificadas correctamente.

```

=== Confusion Matrix ===
  a   b   c  <-- classified as
1886  0   7 |   a = Entre 600000 a 1200000
  6 1466  12 |   b = Menos de 600000
  10  3 1209 |   c = Mayor a 1200000
    
```

Figura 6. Matriz de confusión.

B. Interpretación del conocimiento

Con los resultados obtenidos en la herramienta Weka y gracias al clasificador seleccionado en la sección VII.A., esto nos permite saber cuál caso de estudio que se debe seguir para brindar la información respectiva o el tipo de perfil de la persona que lava dineros y de esta manera se empiecen con los respectivos procesos.

IX. CONCLUSIONES

En este artículo se logró evidenciar como el proceso KDD funciona para descubrir conocimiento desde una cantidad de datos, brindando así información al banco de qué tipo de perfiles pueden ser delincuentes en el área de lavado de dinero

y este empiece a hacer sus respectivos análisis y estudios de estas personas.

Cada una de las fases del proceso KDD son de vital importancia, cabe resaltar que la selección y el preprocesamiento de datos son una fase fundamental, ya que el realizar una buena selección de datos permite facilitar cada fase del proceso y en el preprocesamiento se da la certeza de que los datos son correctos y están completos. Por otro lado, al usar técnicas de minería de datos se hizo uso del algoritmo J48 ya que es uno de los más usados en esta fase del proceso. Este genera un árbol de decisión que permite generar resultados para caso de estudio de perfiles de usuarios que tengan datos peculiares para llevar a cabo un seguimiento e investigación de dicha persona y saber si esta persona incurre en el lavado de dinero. Finalmente, en la sección de interpretación del conocimiento y gracias al árbol generado se logra ver que hay una serie de casos que deben ser estudiados a profundidad por el banco puesto que indican que hay un valor de transacciones que es peculiar en dichos casos.

REFERENCIAS

- [1] T. C. Caldas Portela, «Lavado de activos en Colombia, un enriquecimiento ilícito con fachada legal,» Bogotá D.C, 2014.
- [2] L. E. Suárez Soto, «Técnicas de minería de datos para la detección y prevención del lavado de activos y la financiación del terrorismo (LA/FT),» Bogotá D.C, 2014.
- [3] W. Santamaria Ruiz, «Modelo de Detección de Fraude Basado en el Descubrimiento Simbólico de Reglas de Clasificación Extraídas de una Red Neuronal,» Bogotá D.C., 2010.
- [4] C. E. Cifuentes Ortiz, «Métodos Empleados por la Delincuencia Organizada para el Lavado de Activos en Colombia,» Bogotá D.C., 2013.
- [5] A. Lozano Vila, «El perfil financiero: una estrategia para detectar el lavado de activos,» *Criminalidad*, vol. 50, n° 2, pp. 1-13, 2008.
- [6] H. Nasereddin, «Stream Data Mining,» *International Journal of Web Applications*, vol. 1, n° 4, 2009.
- [7] L. Rokach y O. Maimon, «Introduction to knowledge discovery in databases.»
- [8] T. Aluja, «La minería de datos, entre la estadística y la inteligencia artificial,» *QÜESTIHO*, vol. 25, n° 3, 2001.
- [9] W. Santamaria Ruiz, «Técnicas de Minería de Datos Aplicadas en la Detección de Fraude: Estado del Arte,» Bogotá, 2015.
- [10] UIAF, «Técnicas de Minería de Datos para la Detección de Activos y la Financiación del Terrorismo (LA/FT),» Bogotá D.C., 2014.
- [11] C. J. J. W. J. Y. Y. R. Lei Xu, «Information Security in Big Data: Privacy and Data Mining,» *IEEE*, vol. 2, pp. 1-28, 2014.
- [12] J. Hernández Orallo y C. Ferri Ramírez, «Práctica de Minería de Datos (WEKA),» 2006.
- [13] D. Pyle, «Data preparation for data mining,» 1999.
- [14] D. Hawkins, «Identification of Outliers,» London, 1980.
- [15] M. García Jiménez y A. Álvarez Sierra, «Análisis de Datos WEKA - Pruebas de Selectividad.»
- [16] «Capítulo 1. Técnicas de Análisis de Datos en WEKA,» [En línea]. Available: isa.umh.es/asignaturas/crss/tutorialWEKA.pdf.
- [17] «Minería de datos,» [En línea]. Available: <http://www.it.uc3m.es/jvillena/irc/practicas/03-04/18.mem.pdf>.



PROYECTO AMBIENTAL PARA MONITOREAR Y ALERTAR SOBRE NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL RÍO BOGOTÁ

Lilian Y. Pineda Vargas
Tecnóloga en Sistematización de
datos,
Universidad Distrital Francisco Jose
de Caldas
lypinedav@correo.udistrital.edu.co

Victor J. Algarin J.
Tecnóloga en Sistematización de
datos,
Universidad Distrital Francisco Jose
de Caldas
vj.algarin@gmail.com

Luis Felipe Triviño P.
Tecnóloga en Sistematización de
datos,
Universidad Distrital Francisco Jose
de Caldas
felipetriv@gmail.com

RESUMEN

El proyecto ambiental para monitorear y alertar sobre niveles de contaminación del río Bogotá, propone la creación de un mecanismo que utilice tecnologías Web Services y sensores para la catalogación de diferentes fuentes de contaminación que son arrojadas sobre las aguas del río Bogotá. La funcionalidad del proyecto se basa en posicionar sensores en las diferentes subdivisiones que tiene el río Bogotá. Una vez estén los sensores puestos, se procede a enviar la información que recojan al analizar químicos contaminantes por medio de Web Services a un software que permitirá monitorear los niveles de contaminación basándose en la información que los sensores obtienen. El software entonces pone un estatus en cada área del río basado en la información recibida y genera una alerta cuando los niveles de contaminación son muy altos

ABSTRACT

The environmental project to monitor and alert about the levels of contamination in Bogotá River, proposes the creation of a mechanism that utilizes Web Service technologies and sensors to classify the different sources of contamination that end up in the

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

waters of the Bogotá River. The functionality of the project is based on the positioning of the sensors in the subdivisions of the river. Once the sensors are placed they send data that they pick up from the river when they analyze the water looking for contaminating chemicals through Web Services, to a software that monitors the levels of contamination based on the data the sensors picked up. The software then sets an status based on the information received and pops an alert when the levels of contamination are too high

Categoría ACM

Information systems → Simple Object Access Protocol (SOAP)

Keywords

Web Services, Sensores, Data, Software Requirements, Communication

INTRODUCCION

El río Bogotá es uno de los ríos del departamento de Cundinamarca, en el centro de Colombia. Es el principal cauce fluvial de la sabana de Bogotá. No es navegable ni caudaloso. Desemboca en el Magdalena, que llega al mar Caribe. En su cuenca viven unos 9.000.000 de personas, de los cuales 8.500.000 en Bogotá. Tiene una longitud aproximada de 380 km. Presenta altísimos niveles de contaminación. Aunque está contaminado desde muy cerca de su nacimiento, el grueso de los tóxicos y desechos industriales y urbanos se los debe a Bogotá

A través del Acuerdo 58 de 1987 la CAR (Corporaciones Autónomas Regionales) ha distinguido tres zonas que generan tres cuencas a lo largo de la trayectoria del río Bogotá, a saber: Cuenca Alta, Cuenca Media, y Cuenca Baja.

El software y hardware a implementar, pretende servir como guía para mantener los niveles de contaminación de dichas cuencas al

mínimo, por medio de sensores ubicados en 9 diferentes localizaciones repartidas a lo largo de la extensión del río que alerten sobre niveles altos de contaminación en estos puntos en tiempo real y además alertar a las entidades correspondientes sobre los niveles altos para tomar medidas al respecto

MARCO TEÓRICO

CONTAMINACION EN EL RÍO BOGOTA

Desde su nacimiento hasta su desembocadura, los aportes de aguas residuales hacen que el río Bogotá presente niveles crecientes de contaminación biológica, química y física, en la medida en que recibe las descargas de sus distintos tributarios, lo que lo convierte en la mayor alcantarilla abierta de Colombia. La contaminación biológica es muy alta entre la desembocadura del río Juan Amarillo y Alicachín (embalse del Muña). Los valores máximos los alcanza aguas abajo del Tunjuelo, una vez que el río ha recibido la totalidad de aguas residuales de Bogotá.

En este tramo la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) alcanza valores medios cercanos a 143mg/l, con cargas orgánicas del orden de las 403 ton O₂/día. Los coliformes totales suben a 28 millones en promedio, con picos de hasta 79 millones (NMP/100 ml). No obstante que la contaminación biológica disminuye aguas abajo de Alicachín, ella continúa siendo alta hasta el río Magdalena, al cual le vierte una carga orgánica equivalente a 134 ton O₂/día.

Aguas arriba de la desembocadura del río Juan Amarillo, el Bogotá presenta condiciones biológicas muy distintas, con cargas orgánicas, por lo general, inferiores a 10ton O₂/día, aunque se presenta un pico secundario en el tramo Cajicá-Chía, a causa de las descargas domésticas e industriales del sector (véase cuadro No 1). De otro lado, el río presenta contaminación alta por los siguientes metales tóxicos:

- Cromo, especialmente en el sector de las curtiembres de Villapinzón y aguas abajo de la desembocadura del río Tunjuelo, donde, también, hay una importante industria de curtiembres.

- Plomo, particularmente en los tramos aguas abajo de las curtiembres de Villapinzón y de la desembocadura del Tunjuelo.

El mercurio, que hace diez años aparecía conspicuamente en los análisis, hoy no es reportado, debido, posiblemente, a su desaparición como insumo de las curtiembres. Además, el río presenta contaminación alta por aceites y grasas y por detergentes, de manera principal a partir del río Juan Amarillo, y hasta el río Magdalena.

Las principales fuentes de la contaminación hídrica generada por la ciudad son las aguas residuales domésticas (ARD), las aguas residuales industriales (ARI) y la minería extractiva. Según un estudio del DNP-PNUD (1994), la carga doméstica representa el 76% y la industrial el 24% de la carga orgánica total generada por Bogotá y Soacha, en términos de DBO₅ (Demanda biológica de oxígeno en 5 días).

Aunque la participación de la industria parece estar subdimensionada, el mismo estudio señala que las cervecerías son las mayores contaminantes orgánicas (en DQO - Demanda química de oxígeno), con el 68,6% del total, seguida por el sacrificio de ganado (3,5%), los detergentes (1,5%), las bebidas (1,5%), la minería (0,1%) y otros sectores (29,8%).

En cuanto a los sólidos suspendidos, las mayores cargas son producidas por la minería extractiva (46%), seguida por las cervecerías (33,3%), el sacrificio de ganado (2,1%) y el resto de sectores (18,6%). La mayor carga contaminante al río Bogotá la genera la capital. Según el mismo estudio citado, el corredor Bogotá-Soacha produce el 92,6% de la carga orgánica total (en DBO₅), frente al 7,4% del resto de municipios de la cuenca aguas arriba de Alicachín.

Además de la carga orgánica, las aguas residuales domésticas son, por su parte, la fuente principal de la contaminación por detergentes, mientras que las industriales constituyen el origen de la contaminación por metales pesados y otros compuestos químicos tóxicos, orgánicos e inorgánicos.

ARQUITECTURA DE LAS APLICACIONES WEB.

Una aplicación Web es proporcionada por un servidor Web y utilizada por usuarios que se conectan desde cualquier punto vía clientes Web (browsers o navegadores). La arquitectura de un Sitio Web tiene tres componentes principales:

- Un servidor Web
- Una conexión de red
- Uno o más clientes

El servidor Web distribuye páginas de información formateada a los clientes que las solicitan. Los requerimientos son hechos a través de una conexión de red, y para ello se usa el protocolo HTTP. Una vez que se solicita esta petición mediante el protocolo HTTP y la recibe el servidor Web, éste localiza la página Web en su sistema de archivos y la envía de vuelta al navegador que la solicitó.

Las aplicaciones Web están basadas en el modelo Cliente/Servidor que gestionan servidores web, y que utilizan como interfaz páginas web.

Las páginas Web son el componente principal de una aplicación o sitio Web. Los browsers piden páginas (almacenadas o creadas dinámicamente) con información a los servidores Web. En algunos ambientes de desarrollo de aplicaciones Web, las páginas contienen código HTML y scripts dinámicos, que son ejecutados por el servidor antes de entregar la página.

Una vez que se entrega una página, la conexión entre el browser y el servidor Web se rompe, es decir que la lógica del negocio en el servidor solamente se activa por la ejecución de los scripts de las páginas solicitadas por el browser (en el servidor, no en el cliente). Cuando el browser ejecuta un script en el cliente, éste no tiene acceso directo a los recursos del servidor. Hay otros componentes que no son scripts, como los applets (una aplicación especial que se ejecuta dentro de un navegador) o los componentes ActiveX. Los scripts del cliente son por lo general código JavaScript o VBScript, mezclados con código HTML.

La colección de páginas son en una buena parte dinámicas (ASP, PHP, etc.), y están agrupadas lógicamente para dar un servicio al usuario. El acceso a las páginas está agrupado también en el tiempo (sesión). Los componentes de una aplicación Web son:

1. Lógica de negocio.
- Parte más importante de la aplicación.

- Define los procesos que involucran a la aplicación.
- Conjunto de operaciones requeridas para proveer el servicio.

2. Administración de los datos.

- Manipulación de BD y archivos.

3. Interfaz

- Los usuarios acceden a través de navegadores, móviles, PDAs, etc.

- Funcionalidad accesible a través del navegador.

- Limitada y dirigida por la aplicación.

Las aplicaciones web se modelan mediante lo que se conoce como modelo de capas, Una capa representa un elemento que procesa o trata información. Los tipos son:

- Modelo de dos capas: La información atraviesa dos capas entre la interfaz y la administración de los datos.

- Modelo de n-capas: La información atraviesa varias capas, el más habitual es el modelo de tres capas.

- Modelo de dos Capas: Gran parte de la aplicación corre en el lado del cliente (fat client).

Las capas son:

- Cliente (fat client): La lógica de negocio está inmersa dentro de la aplicación que realiza el interfaz de usuario, en el lado del cliente.

- Servidor: Administra los datos.

Las limitaciones de este modelo son.

- Es difícilmente escalable
- Número de conexiones reducida
- Alta carga de la red.
- La flexibilidad es restringida
- La funcionalidad es limitada.

Modelo de tres Capas.

Está diseñada para superar las limitaciones de las arquitecturas ajustadas al modelo de dos capas, introduce una capa intermedia (la capa de proceso) Entre presentación y los datos, los procesos pueden ser manejados de forma separada a la interfaz de usuario y a los datos, esta capa intermedia centraliza la lógica de negocio, haciendo la administración más sencilla, los datos se pueden integrar de múltiples fuentes, las aplicaciones web actuales se ajustan a este modelo.

Las capas de este modelo son:

1. Capa de presentación (parte en el cliente y parte en el servidor)

Recoge la información del usuario y la envía al servidor (cliente)

Manda información a la capa de proceso para su procesamiento

Recibe los resultados de la capa de proceso

Generan la presentación

Visualizan la presentación al usuario (cliente)

2. Capa de proceso (servidor web)

- Recibe la entrada de datos de la capa de presentación
- Interactúa con la capa de datos para realizar operaciones
- Manda los resultados procesados a la capa de presentación

3. Capa de datos (servidor de datos)

- Almacena los datos
- Recupera datos
- Mantiene los datos
- Asegura la integridad de los datos

WEB SERVICES

El término Web Services describe una forma estandarizada de integrar aplicaciones WEB mediante el uso de XML, SOAP, WSDL y UDDI sobre los protocolos de la Internet. XML es usado para describir los datos, SOAP se ocupa para la transferencia de los datos, WSDL se emplea para describir los servicios disponibles y UDDI se ocupa para conocer cuáles son los servicios disponibles. Uno de los usos principales es permitir la comunicación entre las empresas y entre las empresas y sus clientes. Los Web Services permiten a las organizaciones intercambiar datos sin necesidad de conocer los detalles de sus respectivos Sistemas de Información.

A diferencia de los modelos Cliente/Servidor, tales como un servidor de páginas Web, los Web Services no proveen al usuario una interfaz gráfica (GUI). En vez de ello, los Web Services comparten la lógica del negocio, los datos y los procesos, por medio de una interfaz de programas a través de la red. Es decir conectan programas, por tanto son programas que no interactúan directamente con los usuarios. Los desarrolladores pueden por consiguiente agregar a los Web Services la interfaz para usuarios, por ejemplo mediante una página Web o un programa ejecutable, tal de entregarle a los usuarios una funcionalidad específica que provee un determinado Web Service.

Los Web Services permiten a distintas aplicaciones, de diferentes orígenes, comunicarse entre ellos sin necesidad de escribir programas costosos, esto porque la comunicación se hace con XML. Los Web Services no están ligados a ningún Sistema Operativo o Lenguaje de Programación. Por ejemplo, un programa escrito en Java puede conversar con otro escrito en Pearl; Aplicaciones Windows puede conversar con aplicaciones Unix. Por otra parte los Web Services no necesitan usar browsers (Explorer) ni el lenguaje de especificación HTML.

El modelo de computación distribuida de los Web Services permite la comunicación de aplicación a aplicación. Por ejemplo, la aplicación que procesa las órdenes de compra se puede comunicar con el sistema de inventarios, tal que este último le puede informar a la aplicación de compras cuales ítems deben comprarse por estar bajo su nivel mínimo. Dado el nivel integración que proveen para las aplicaciones, Los Web Services han crecido en popularidad y han comenzado a mejorar los procesos de negocios. De hecho, algunos postulan que los Web Services están generando la próxima evolución de la Web.

Tecnología Web Services

Los Web Services están contruidos con varias tecnologías que trabajan conjuntamente con los estándares que están emergiendo para asegurar la seguridad y operatibilidad, de modo de hacer realidad que el uso combinado de varios Web Services, independiente de la o las empresas que los proveen, este garantizado. A continuación se describen brevemente los estándares que están ocupando los Web Services.

XML

Abreviación de Extensible Markup Language. El XML es una especificación desarrollada por W3C[1]. Permite a los desarrolladores crear sus propios tags[2], que les permiten

habilitar definiciones, transmisiones, validaciones, e interpretación de los datos entre aplicaciones y entre organizaciones.

SOAP

Abreviación de Simple Object Access Protocol, es un protocolo de mensajería construido en XML que se usa para codificar información de los requerimientos de los Web Services y para responder los mensajes “antes” de enviarlos por la red. Los mensajes SOAP son independientes de los sistemas operativos y pueden ser transportados por los protocolos que funcionan en la Internet, como ser: SMTP, MIME y HTTP.

WSDL

Abreviación de Web Services Description Language, es un lenguaje especificado en XML que se ocupa para definir los Web Service como colecciones de punto de comunicación capaces de intercambiar mensajes. El WSDL es parte integral de UDDI y parte del registro global de XML, en otras palabras es un estándar de uso público (no se requiere pagar licencias ni royalties para usarlo).

UDDI

Abreviación de Universal Description, Discovery and Integration. Es un directorio distribuido que opera en la Web que permite a las empresas publicar sus Web Services, para que otras empresas conozcan y utilicen los Web Services que publican, opera de manera análoga a las páginas amarillas.

SOLUCION PROPUESTA

INFORMACION DE LA APLICACIÓN

Para el desarrollo de este proyecto es necesario conocer qué tipo de contaminantes están presentes en el río Bogotá con el fin de proporcionar un índice porcentual que indique el grado de concentración presente en el río de cada una de las sustancias. Estos contaminantes los podemos clasificar en:

1. **Microorganismos patógenos.** Son los diferentes tipos de bacterias, virus, protozoos y otros organismos que transmiten enfermedades como el cólera, tífus, gastroenteritis diversas, hepatitis, etc. En los países en vías de desarrollo las enfermedades producidas por estos patógenos son uno de los motivos más importantes de muerte prematura, sobre todo de niños.

Normalmente estos microbios llegan al agua en las heces y otros restos orgánicos que producen las personas infectadas. Por esto, un buen índice para medir la salubridad de las aguas, en lo que se refiere a estos microorganismos, es el número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que en el agua para beber haya 0 colonias de coliformes por 100 ml de agua. Flecha.gif (65 bytes).

2. **Desechos orgánicos.** Son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por

bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en estas aguas peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de oxígeno disuelto, OD, en agua, o la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno).Subir al comienzo de la página.

3. **Sustancias químicas inorgánicas.** En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua. Subir al comienzo de la página.
4. **Nutrientes vegetales inorgánicos.** Nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable. Subir al comienzo de la página
5. **Compuestos orgánicos.** Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos periodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos. Subir al comienzo de la página.
6. **Sedimentos y materiales suspendidos.** Muchas partículas arrancadas del suelo y arrastradas a las aguas, junto con otros materiales que hay en suspensión en las aguas, son, en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua. La turbidez que provocan en el agua dificulta la vida de algunos organismos, y los sedimentos que se van acumulando destruyen sitios de alimentación o desove de los peces, rellenan lagos o pantanos y obstruyen canales, rías y puertos. Subir al comienzo de la página.
7. **Sustancias radiactivas.** Isótopos radiactivos solubles pueden estar presentes en el agua y, a veces, se pueden ir acumulando a lo largo de las cadenas tróficas, alcanzando concentraciones considerablemente más altas en algunos tejidos vivos que las que tenían en el agua. Subir al comienzo de la página
8. **Contaminación térmica.** El agua caliente liberada por centrales de energía o procesos industriales eleva, en ocasiones, la temperatura de ríos o embalses con lo que disminuye su capacidad de contener oxígeno y afecta a la vida de los organismos.

INTERFAZ

La aplicación consta de 2 ventanas para el usuario.

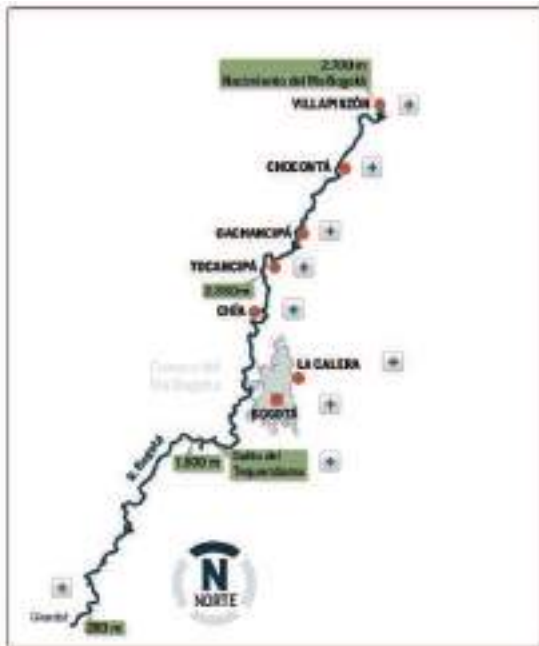
En una de las ventanas se ve una imagen del río Bogotá dividido entre los 9 puntos que entran a ser parte del estudio de contaminación por parte del sensor, y mediante el Web service, que recibe los datos, el mapa iluminará de 3 colores dependiendo de la intensidad de los contaminantes en dicho punto.

Color Verde: Este color señala que los niveles de contaminación del río están por debajo de un nivel de contaminación que sea nocivo y no presenta un peligro para la fauna y flora del lugar.

Color Amarillo: Este color señala que los niveles de contaminación en este punto del río están dentro de un nivel normal entre los niveles de contaminación en los cuales se debe tomar una acción correctiva sobre el punto para evitar que el medio ambiente y los habitantes del sector sean vulnerados.

Color Rojo: Este color señala que los niveles de contaminación del río en cierto punto, han llegado a un nivel riesgoso que excede los valores de contaminación aceptables. Se requiere tomar una acción inmediata sobre este punto de manera urgente, para minimizar el daño ambiental y social que pueda existir.

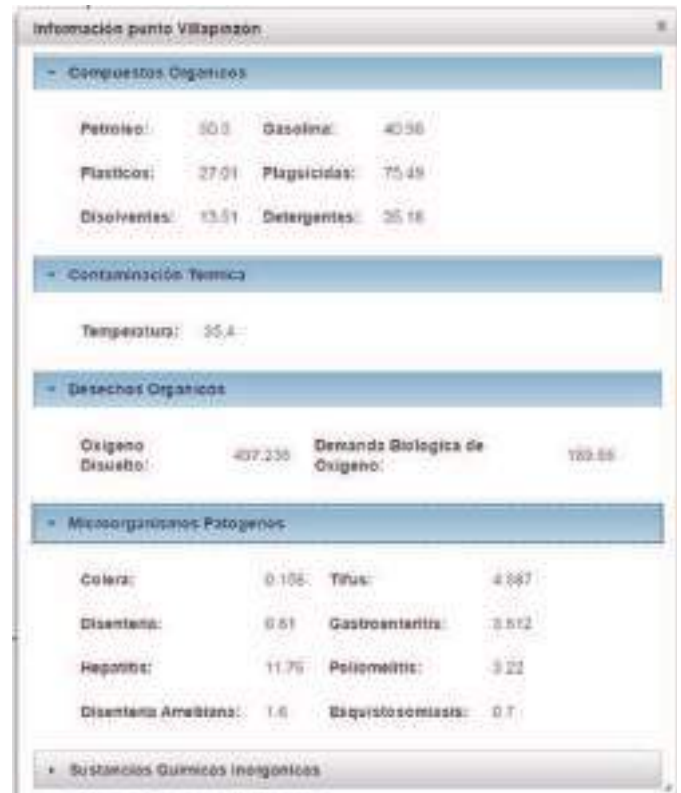
Rio Bogotá – 9 puntos



La ventana número 2, que es desplegada para cada uno de los puntos de la ventana uno, muestra la información de la contaminación presente en los puntos en los que se divide el mapa del río Bogotá.

En esta ventana se muestran los valores de contaminación referentes a

- Compuestos Orgánicos
- Contaminación Térmica
- Deshechos Orgánicos
- Microorganismos Patógenos
- Sustancias Químicas Inorgánicas



REFERENCIAS

- <http://www.sciencealert.com/this-new-biosensor-can-detect-water-contamination-as-it-happens>
- <https://programacionwebisc.wordpress.com/2-1-arquitectura-de-las-aplicaciones-web/>
- <http://www4.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/110ConAg.htm>



*6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016
Memorias.*

Saiku Analytics como solución para el análisis de datos

Fernando Betancourt Duque

Universidad Distrital Francisco José de
Caldas – Bogotá, Colombia
Facultad Tecnológica
Ingeniería en Telemática

Fbetancourt@correo.udistrital.edu.co

Luz Adriana Peña Salazar

Universidad Distrital Francisco José de
Caldas – Bogotá, Colombia
Facultad Tecnológica
Ingeniería Telemática

luapenas@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

En este documento se describe el desarrollo de una solución BI (Business Intelligence) a través de los cubos OLAP con la herramienta Saiku Analytics para el análisis de la información de cualquier entidad donde requiera gestionar los procesos y visualizar la información, llegando al detalle deseado. Se explicará el proceso para usar la herramienta demostrando los beneficios para el procesamiento de datos.

ABSTRACT

In this paper is described the development of a BI (Business Intelligence) solution through OLAP cubes with Saiku Analytics API, for the analysis of the information from any company that required to manage their process and visualize the graphics of information, reaching to the desired detail. We explain the process to use the tool and show his benefits for data mining.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Categorías y Descriptores Temáticos

H.2.8 **Database Applications:** Data mining, Statistical databases.
Aplicaciones de Bases de datos: Minería de datos, bases de datos estadísticos.

Términos Generales

Business Intelligence (BI), Minería de datos, OLAP (Procesamiento analítico en línea).

Palabras clave

Cubos OLAP, estadísticas, Saiku Analytics, análisis multidimensional, aprendizaje computacional, datos.

Keywords

OLAP cube, statistics, Saiku Analytics, multidimensional analysis, computational learning, data.

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo las empresas crecen y el volumen de su información también, lo que genera una preocupación para el procesamiento de aquella información en cierto punto. Generalmente la información se almacena en bases de datos relacionales, lo que para el usuario le representa solo un dato. Con los cubos OLAP esta forma de ver cambia, ya que si se quiere saber los productos, certezas, riesgos y estados que se encuentra la

información de una entidad, se puede hacer sin grandes consultas ni complicaciones para acceder a la información.

Un cubo OLAP es una estructura de datos organizada en jerarquías que proporciona un análisis rápido de datos. Los cubos puede procesar grandes cantidades de transacciones para el resultado de las consultas, de esta forma los datos se pueden resumir o reorganizar según sea necesario para procesar la variedad más amplia de preguntas pertinentes al área de interés del usuario.

Pensando en esto, Saiku Analytics decidió implementar una nueva forma de ver la información con una interfaz gráfica amigable logrando que el usuario gestione su información de una manera práctica.

Saiku Analytics forma parte de Pentaho BI Suite Community Edition (<http://community.pentaho.com/>) junto con otras herramientas OLAP y de minería de datos como Pentaho BI Server, Mondrian (Pentaho Analysis Services), Kettle (Pentaho Data Integration) o Weka (Pentaho Data Mining). [1]

Un proceso importante que podemos conocer es el proceso KDD. La Extracción de conocimiento está principalmente relacionado con el proceso de descubrimiento conocido como Knowledge Discovery in Databases (KDD), que se refiere al proceso no-trivial de descubrir conocimiento e información potencialmente útil dentro de los datos contenidos en algún repositorio de información [2]. No es un proceso automático, es un proceso iterativo que exhaustivamente explora volúmenes muy grandes de datos para determinar relaciones. Es un proceso que extrae información de calidad que puede usarse para dibujar conclusiones basadas en relaciones o modelos dentro de los datos [3]. El proceso KDD se compone de varias etapas que son: Selección de datos, limpieza de datos, integración de datos, transformación de datos, reducción de datos, minería de datos, evaluación de patrones e interpretación de resultados.

En este artículo también damos a conocer Pentaho. Open Source Pentaho Business Intelligence es una suite de herramientas de código libre que permite el análisis de datos, generar reportes, integración de datos y otras, para dar soluciones empresariales.



Figura 1. Herramienta para el análisis de datos Saiku Analytics

OBJETIVOS

- Conocer la herramienta para el análisis de datos Saiku Analytics.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Las soluciones Business Intelligence buscan apoyar a las entidades con el manejo de la información para la toma de decisiones. Estas soluciones evitan que una entidad tenga perdida de datos que no son fáciles de leer. Cada vez que una entidad se encuentra en un estado crítico debido al volumen de sus datos, resulta un poco difícil controlar la situación. Con estas soluciones el usuario logra detectar falencias y oportunidades y así actuar mejor en el momento indicado para la toma de decisiones.

El creador del termino Business Intelligence Howard Dresner, lo describió como un término para utilizar la información como hechos.

Siempre que un usuario se encuentra con un gran volumen de datos y necesite llegar al detalle de un punto exacto, se puede estar complicando las consultas en su base de datos. Es por esto que Saiku Analytics ofrece una nueva forma de análisis de datos proporcionando análisis OLAP, seleccionar cubos, medidas, dimensiones, representación de graficas de estadísticas, exportación de los datos a través de archivos Excel y CSV y guardar consultas MDX.

Los cubos OLAP se caracterizan por manejar bases de datos multidimensionales.

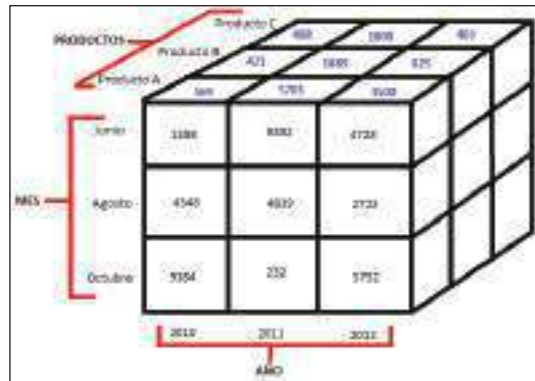


Figura 2. Bases de datos multidimensionales

El proceso como trabaja Saiku Analytics lleva una secuencia de pasos para su correcto funcionamiento (véase figura 3).

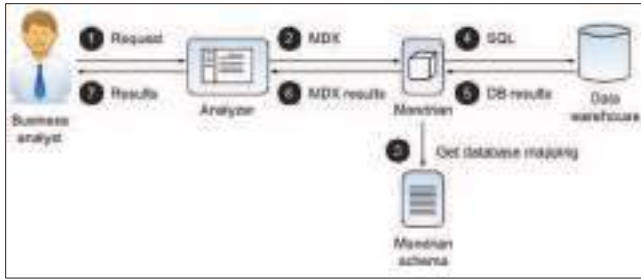


Figura 3. Análisis de datos [4]

Toda esta información se representa a través de tablas según las medidas y dimensiones seleccionadas, y por medio de gráficas de barras, barras apiladas, barras 100%, gráficos múltiples de barras, línea, área, cuadrícula activa, tree map, punto, cascada y torta. Además al traer la información se puede agregar un minigráfico de línea y estadísticas básicas.

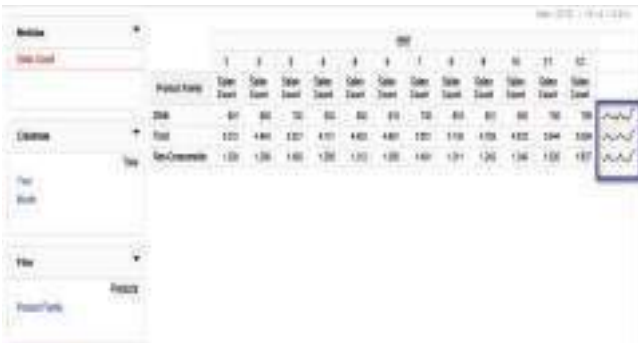


Figura 4. Minigráfico de línea.

Para que Saiku Analytics pueda procesar la información, lo primero que necesitamos es crear un archivo XML que contiene el armado de los cubos con sus respectivas dimensiones y medidas, además permite crear roles y permisos para controlar el acceso de usuarios a la información. Una herramienta útil para la creación de estos archivos XML es Schema Workbench que también hace parte de la familia de Pentaho. Allí el administrador puede crear un rol y asignarle permisos, es decir, hasta qué punto un usuario puede ver la información con detalle.

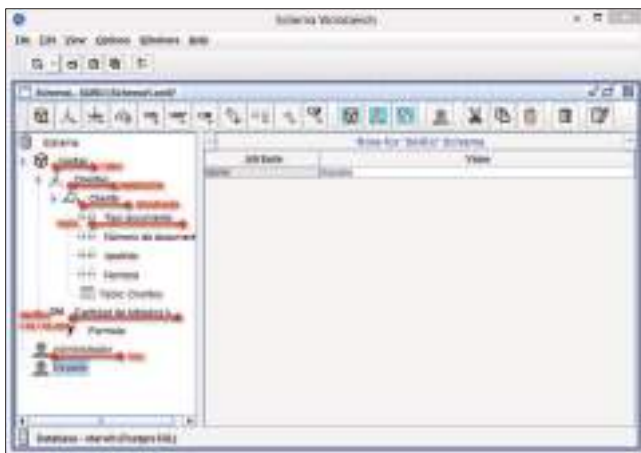


Figura 5. Diseño del esquema en Schema Workbench

Una vez creado el archivo XML, este se carga en el Saiku Analytics, con los respectivos datos de conexión. Este proceso solo lo puede realizar el administrador.



Figura 6. Datos de conexión para Saiku y panel para la carga del XML.

Una vez se carga el esquema (archivo XML) y este esté funcionando perfecto, se puede observar la lista de cubos. Cuando se selecciona un cubo, se pueden observar las medidas y dimensiones con sus respectivos niveles (véase figura 7). Ya con esta etapa en funcionamiento se puede interactuar con la información y buscar a detalle datos específicos.

A partir de este momento se mostrará con un ejemplo el uso de la herramienta Saiku Analytics. Lo primero que se debe conocer es la forma como se muestra la información una vez se carga los cubos. Saiku lo hace muy sencillo para el usuario ya que puede dividir la información a través de filas y columnas en una tabla (véase figura 8). En el ejemplo se muestra el cubo Sales 2, el conteo de las ventas de los productos familiares en el año 1997 en cada mes.



Figura 7. Saiku Analytics. Cubos, dimensiones y medidas.



Figura 8. Primera muestra de los datos en Saiku.

Una vez se muestra los datos, se puede interactuar con las diferentes herramientas que ofrece Saiku. Una de ellas es mostrar la información a través de gráficos como se mencionaba anteriormente. En la figura 9 se muestra la información que se lleva de ejemplo a través de una gráfica de tortas. Allí se puede observar varias tortas que equivalen a los 12 meses representados en la tabla y cada una tiene los productos representados por colores. Si se selecciona un color, aquel arrojará el detalle del concepto seleccionado.



Figura 9. Gráfica de torta.

Con la información ya seleccionada por el usuario en Saiku, puede interactuar con las diferentes gráficas que proporciona esta herramienta. Otra de las opciones para ver la información y que ayuda mucho al usuario para hacer el análisis y la toma de decisiones son las estadísticas básicas que consisten en mostrar el mínimo, máximo, suma, promedio y desviación estándar de los datos (véase figura 10).



Figura 10. Estadísticas básicas en Saiku.

Para visualizar la información detallada de la relación de datos que se mostró, existe una herramienta que se llama drill through, el cual muestra en otra ventana los datos con detalle, pero si el usuario desea esta información en un archivo CSV o PDF en modo de reporte lo puede descargar indicándole que medidas y que dimensiones quiere que contenga el archivo.



Figura 11. Drill through.

El manejo de esta información está controlada por restricciones establecidas a los usuarios, llamadas roles. En la creación de roles se puede restringir el acceso a cubos, dimensiones, medidas, jerarquías y datos específicos que se encuentran en la base de datos, por ejemplo un vendedor no puede ver la contraseña ni el número de documento de un cliente, pero el administrador si los puede ver.

RESULTADOS

En el análisis del ejercicio se observó que la herramienta Saiku Analytics presenta una nueva forma para procesar la información como lo son las tablas, gráficos, estadísticas, archivos de salida, beneficiando a muchas compañías con la toma de decisiones frente a riesgos y oportunidades que se presentan en aquellas.

Llevando las bases de datos multidimensionales se puede llegar al detalle con los cubos OLAP y generar reportes.

CONCLUSIONES

- En la actualidad las grandes cantidades de información en las bases de datos requieren de herramientas que permitan aplicar análisis sobre la información para facilitar la toma de decisiones de acuerdo al resultado de los análisis aplicados.
- En los procesos de Business Intelligence se puede aplicar cualquier tipo de consulta que podrá ser procesada por los cubos OLAP, esto hace que el rango de utilidad de estos procesos sea amplio y permita ser aplicado a cualquier tipo de negocio.
- Las herramientas Business Intelligence e como Saiku se pueden evidenciar la ayuda que presenta a las entidades para el procesamiento de sus datos encontrando oportunidades, falencias y toma de decisiones acertadas para el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestras familias por el apoyo, a los profesores por la enseñanza, a nuestros compañeros por sus ideas, a todo lo aprendido durante nuestra etapa laboral y a la Universidad Distrital por su esfuerzo en promover y participar en congresos para nuestra alma mater.

REFERENCIAS

- [1] A. Lamas, F. Sotelo (SIXTEMA), M. Borobio, J.I. Varela (IET - Xunta de Galicia). VII Jornadas de SIG libre. Obtenido de:
http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2013/uploads/articulos_13/a26.pdf
- [2] Han, J.; Kamber M. (2001). Data Mining: Concepts and Techniques. Morgan Kaufmann Publishers, USA.
- [3] Webmining Consultores. KDD: Proceso de extracción de conocimiento. Obtenido de:
<http://www.webmining.cl/2011/01/proceso-de-extraccion-de-conocimiento/#B1>
- [4] Back, William D. Goodman, Nicholas. Hyde, Julian. 2014. Mondrian in action. USA: Manning Publications Co.
- [5] Vogler, Raffael. 2014. Mondrian Schema for OLAP Cube Definition fit. Google Analytics and Saiku. Obtenido de:
<http://www.joyofdata.de/blog/advanced-mondrian-schema-for-olap-cube-definition-google-analytics-and-saiku>



SIMULACIÓN DEL FLUJO DE PASAJEROS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO TRANSMILENIO S.A., DENTRO DE LA CALLE 100 EN UNA HORA PICO

Giovanni Rodrigo Bermúdez
Bohórquez
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Grupo de investigación en Robótica
Móvil Autónoma
Bogotá, Colombia
gbermudez@udistrital.edu.co

Evy Fernanda Tapias
Forero
Universidad Distrital Francisco
José de Caldas
Grupo de investigación GCEM
Bogotá, Colombia
eftapiasf@unal.edu.co

Leidy Yolanda López Osorio
Universidad Distrital Francisco José de
Caldas
Grupo de investigación en Robótica
Móvil Autónoma
Bogotá, Colombia
lylopezo@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

Se realiza una simulación que permita el análisis del flujo de pasajeros en la estación de la calle 100 de Transmilenio, de donde se pueda encontrar la ocupación de las rutas, la frecuencia de los buses y la cantidad de pasajeros transportados en horas pico.

La simulación se realiza en el software Promodel, tomando como datos de referencia, las estadísticas entregadas en los informes de gestión elaborados por Transmilenio S.A. del año 2015.

Como resultado se presenta la ocupación de las principales rutas que operan en la estación en hora pico, la cantidad de pasajeros movilizados, la cantidad de viajes realizados y la frecuencia de los buses.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Se pretende responder porque el sistema se ve colapsado en horas pico y se plantean alternativas para analizar la situación, con el objetivo de mejorar el servicio.

Palabras Clave

Simulación, Transmilenio, rutas, pasajeros

ABSTRACT

A simulation that allows the analysis of passenger flow at the 100th Street station of Transmilenio, where you can find the occupation of the routes, the frequency of buses and the number of passengers carried during peak hours is presented.

The simulation is done in software Promodel, taking as reference data, the statistics provided in the management reports prepared by Transmilenio S.A. 2015.

As a result the occupation of the main routes operating in the station peak time, the number of mobilized passengers, the number of trips and the frequency of the buses is presented.

It is intended to answer because the system is collapsed during peak hours and propose alternatives to analyze the situation, with the aim of improving service.

KEYWORDS

Simulation, Transmilenio, routes, passengers

1. INTRODUCCIÓN

TRANSMILENIO S.A. es la entidad encargada de coordinar los diferentes actores, planear, gestionar y controlar la prestación del servicio público de transporte masivo urbano de pasajeros, en Bogotá. Actualmente el sistema cuenta con 112.9 Kms de vía en troncal en operación, 11 troncales en operación, 134 estaciones, 9 portales y 9 patio garajes. Moviliza en promedio 1.926.985 pasajeros diarios cubriendo el 30% de la demanda de transporte público de la ciudad. [1]

Aunque el Transmilenio moviliza gran cantidad de pasajeros a diario, las personas han ido cambiando a otro tipo de transporte debido a que el tiempo que demoran en tomar el servicio y las congestiones de los buses ha aumentado considerablemente últimamente. [2][3][4]

En este artículo se presenta una simulación y análisis del flujo de pasajeros en el sistema de transporte masivo Transmilenio S.A., dentro de la calle 100 en una hora pico.; para ello se tienen en cuenta los siete pasos para realizar una simulación planteados por Ley Averill M. (Ver Ilustración 1)



Ilustración 1. Pasos para realizar una simulación

Para finalizar el artículo se realiza una comparación entre los datos obtenidos en la estación de la calle 100 y los obtenidos en todo el sistema de Transmilenio S.A.

2. Presentación del sistema

Estación Calle 100

La estación de Transmilenio de la Calle 100 está ubicada en la Autopista Norte entre calles 94A y 98. Se accede a ella a través de un puente peatonal ubicado sobre la Calle 97.

Atiende la demanda de los barrios La Castellana, Chicó Norte III Sector y sus alrededores. En las cercanías están el eje comercial y de oficinas de la Calle 100, el supermercado Olímpica Calle 100, la sede de Olímpica Stereo, el Club Rincón Grande, el Hotel Cosmos 100, Compensar Calle 94, la Clínica Los Nogales, la Clínica Materno Infantil de Saludcoop, las embajadas de Egipto y Nicaragua, el Teatro de la Castellana y el Centro Médico La Castellana. [1] En la ilustración 2 se puede ver la demanda de la calle 100.

En la ilustración 2 se presenta el flujo de pasajeros en la estación en un día hábil.

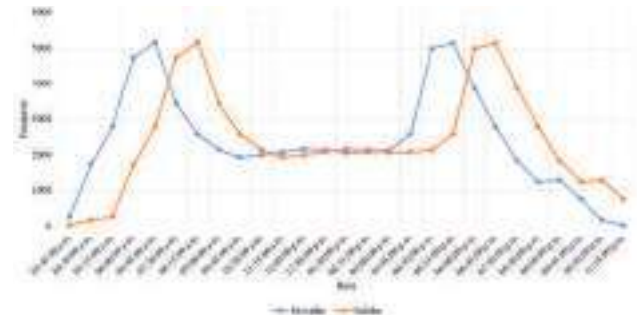


Ilustración 2. Demanda de la estación Calle 100 en un día hábil. Tomada de [2]

En la ilustración 2 se muestra en la línea azul la llegada de usuarios a la estación en un día hábil y en la línea naranja se representa la cantidad de usuarios que salen del sistema Transmilenio en la estación de la Calle 100. En la figura se puede observar que el flujo de pasajeros aumenta en promedio un 50% durante las horas pico; de 6:00am a 8:29am, de 9:30am a 3:29pm y de 4:30pm a 7:29pm.

Para atender la demanda de pasajeros en un día hábil en horas pico, la estación de la calle 100 cuenta con unas rutas específicas que se muestran en la tabla 1. [2]

Tabla 1. Rutas en hora pico en la estación de la calle 100.
Tomada de [2]

Rutas hora pico estación Calle 100	Paradas
Ruta 1 (B1)	45
Ruta 2 (B5)	37
Ruta 3 (B12)	18
Ruta 4 (B13)	17
Ruta 5 (B61)	12
Ruta 6 (B73)	23
Ruta 7 (B74)	14
Ruta 8 (F14)	18
Ruta 9 (G5)	37
Ruta 10 (F1)	46
Ruta 11 (H13)	17
Ruta 12 (H61)	12
Ruta 13 (H74)	14
Ruta 14 (J72)	12
Ruta 15 (D10)	15
Ruta 16 (B14)	18
Ruta 17 (B10)	15

La infraestructura de la estación de la calle 100 es un aspecto importante para el estudio de la capacidad de pasaje-ros, ya las personas hacen grandes filas a lo largo del puente de la calle 97 para ingresar.

Por lo anterior se toman filas de hasta 300 personas al ingreso de la estación y se tienen en cuenta el número de torniquetes habilitados.

3. SIMULACIÓN DEL SISTEMA

Formulación del problema

De acuerdo con informes y reportajes consultados [2], esta estación es una de las más congestionadas en la ciudad, ya que recibe al 2,51% de los pasajeros totales que ingresan al sistema en todo el día (un día hábil), lo que constituye 74837 pasajeros.

Propósito: Teniendo en cuenta lo anterior el alcance de este estudio radica en identificar el tiempo que se demora un pasajero en tomar su ruta, partiendo desde la entrada a la estación; una vez identificado este tiempo si es necesario se realizaran las recomendaciones requeridas.

- Entradas: Duración (minutos), Cantidad de pasajeros, cantidad de rutas.
- Parámetros: En la tabla 2 se pueden observar los parámetros establecidos para la simulación.

Tabla 2. Parámetros de la simulación

PARÁMETROS	
Personas por bus (cabén)	160
Personas por biarticulados	260
Rutas en todo el sistema	112
Puertas	30
Pasajeros por puerta	100.3
Número medio de clientes que en cada servicio	18
Tiempo de servicio propuesto como objetivo (T)	15

RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN - DATOS Y CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

El levantamiento de la información se realizó teniendo en cuenta los datos del plan de gestión de Transmilenio S.A. en el cual se encuentran el número de pasajeros y la curva de demanda totales del sistema. [3]

Los datos que se utilizaron en la simulación fueron los de la hora pico de la tarde en días hábiles; las rutas que se tienen en la estación son 17 y se seleccionaron 10 de manera aleatoria para realizar la simulación.

A continuación se plantea el sistema como se ingresó en el software promodel:

- **Filas (Tabla 3)**
- **Locations o locaciones (Tabla 4)**
- **Procesing o procesos (Tabla 5)**
- **Arrivals o llegadas (Tabla 6)**

Tabla 3. Filas de la simulación

FILAS		
Fila	Capacidad	Longitud (Personas)
Fila registradora	30	200
Fila ruta	100	100

Tabla 4. Locaciones de la simulación

LOCATION					
Locación	Capacidad	Largo	Ancho	Ocupación	Tiempo
Registradora	1	200	1	*	30
Estación	3010	700	4	*	E(1)
Ruta 1 (B1)	10	18	2.6	85%	*
Ruta 2(B5)	10	18	2.6	85%	*
Ruta 3 (B12)	10	18	2.6	94%	*
Ruta 4 (B13)	10	18	2.6	92%	*
Ruta 5(B61)*	10	19	2.7	*	*
Ruta 6(B73)	10	20	2.8	*	*
Ruta 7 (B74)	10	21	2.9	92%	*
Ruta 8 (F14)	10	22	2.1	*	*
Ruta 9 (G5)*	15	27.2	2.6	85%	*
Ruta 10 (F1)	10	22	2.1	85%	*
Ruta 11 (H13)	10	22	2.1	*	*
Ruta 12 (H61)*	15	27.2	2.6	90%	*
Ruta 13 (H74)	10	22	2.1	92%	*
Ruta 14 (J72)	10	22	2.1	*	*
Ruta 15 (D10)	15	27.2	2.6	90%	*
Ruta 16 B(14)	10	22	2.1	*	*
Ruta 17 (B10)	10	22	2.1	90%	*

Tabla 5. Tabla de procesos

PROCESSING				
Entity	Location	Operation	Entity	Location
Pasajero	Fila Registradora	*	Pasajero	Registradora
Pasajero	Torniquete	wait (30)	Pasajero	Estación
Pasajero	Estación	*	Pasajero	Fila Ruta
Pasajero	Fila Ruta	wait E(1)	Pasajero	Ruta

Tabla 6. Llegadas de la simulación

ARRIVALS
pasajeros, fila registradora, 1 en 1, cada 30 min, 10914*

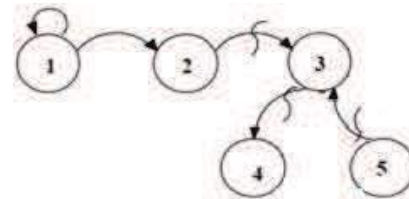
*10914 constituye los pasajeros que ingresan a la estación de la calle 100 en hora pico.

VALIDACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL

El modelo planteado contiene todos los elementos necesarios como lo son la registradora, la estación de la calle 100, las rutas de esta estación y el pasajero, lo cual permite representar de manera adecuada el sistema real.

Todos los elementos se encuentran relacionados y el modelo permite resolver el problema planteado y cumplir con los objetivos propuestos en el trabajo. Con la representación correcta de datos se puede analizar los tiempos de espera y lo anterior permitirá generar recomendaciones sobre los tiempos en cola para el sistema de Transmilenio S.A.

La validación se realizó mediante un grafo de sucesos como se muestra en la ilustración 3



1. Llegada del pasajero
2. Paso por la registradora
3. Fila en la puerta de la ruta
4. Salida en la ruta
5. Entrada de un pasajero a la estación por una ruta

Ilustración 3. Representación por grafos de la validación

PROGRAMACIÓN DEL MODELO

Para el modelo desarrollado se planteó un escenario de trabajo que consta de representar el flujo de pasajeros en el sistema de transporte masivo Transmilenio S.A, dentro de la calle 100 en una hora pico; seleccionando 10 rutas aleatorias de las que funcionan habitualmente en la estación.

Para la programación de la simulación se tienen en cuenta los siguientes parámetros, variables y restricciones:



Teniendo en cuenta lo anterior en la ilustración 4 se puede ver el sistema y subsistema que se plantea para la simulación en el software Promodel; se tomó el mapa del sector en donde se ubica la estación de la calle 100 de Google maps y de la página oficial de Transmilenio S.A. se extrajo el diagrama de la estación, con lo cual se construyó el entorno de simulación.

Adicionalmente se colocaron las representaciones de los torniquetes, las filas para ingresar a la estación y las filas para entrar a los buses y cada uno de los buses.



Ilustración 4. Sistema y subsistema de la calle 100, planteado en la simulación

Calculo de la probabilidad del tiempo de servicio

Fue necesario calcular la probabilidad con la se subirá un pasajero a laguna de las rutas, para ello se utilizó la ecuación 1, que describe una distribución exponencial para el tiempo de servicio al cliente en una instalación determinada que no sea mayor a T periodos de tiempo. [3] [4]

$$P_{-}((t \leq T)) = 1 - e^{-(\mu T)}$$

Donde

T = Tiempo de servicio propuesto como objetivo

t = tiempo de servicio del cliente

μ
= Número medio de clientes que completan el servicio en cada periodo

En la tabla 7 se presentan los resultados tomando como límite de tiempo para abordar el bus de 10 minutos. El promedio de pasajeros fue tomado de las estadísticas entregadas por Transmilenio S.A.

Tabla 7. Probabilidad del tiempo de servicio

Número medio de clientes que completan el servicio en cada periodo por hora (μ)	T por horas	Exponencial
72,8	0,1	0,999310814
95,2	0,1	0,999926566
85,3	0,1	0,999802216
37,1	0,1	0,975623239
78,1	0,1	0,999595017
68,1	0,1	0,998895468

VALIDACIÓN DEL DISEÑO Y MODELO PROGRAMADO

La validación del modelo simulado se realiza con la comparación de entre los datos relacionados con el porcentaje de ocupación de las rutas obtenidos en Promodel y las estadísticas entregadas por Transmilenio S.A. En la tabla 8 se muestran los porcentajes de ocupación y el error entre ellos.

Tabla 8. Probabilidad del tiempo de servicio (Fuente: porcentaje de ocupación de las rutas de Transmilenio [1])

Ruta	Ocupación Transmilenio (%)	Ocupación simulación (%)	Error (%)
Ruta 1 - B74	92	90,71	1,29
Ruta 2 - B14	88	89,95	1,95
Ruta 3 - B10	91	90,21	0,79
Ruta 4 - B12	91	90,63	0,37
Ruta 5 - B5	91	90,47	0,53
Ruta 6 - G5	88	90,51	2,51
Ruta 7 - F1	95	89,31	5,69
Ruta 8 - H13	86	90,14	4,14
Ruta 9 - H74	95	90,48	4,52
Ruta 10 - D10	90	90,83	0,83

Los errores más significativos en el modelo de simulación construido se presentaron en las rutas F1, G5, H13 y H74, con 5,69%, 2,51%, 4,14% y 4,52% respectivamente. En la figura 5 se presenta el resultado de la comparación entre las capacidades de ocupación de las rutas más frecuentes en hora pico en Transmilenio S.A.

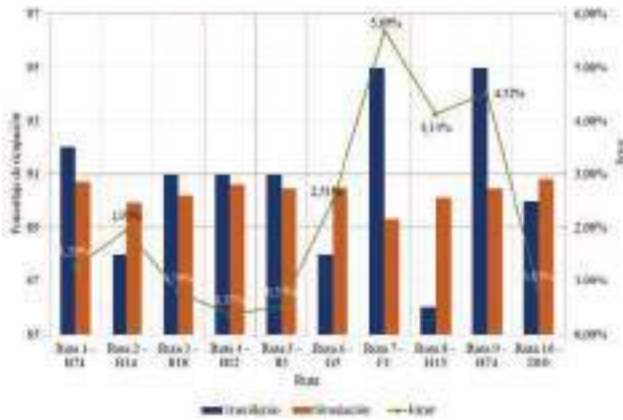


Ilustración 5. Error entre los porcentajes de ocupación entregados por Transmilenio y la simulación

ANÁLISIS DEL DISEÑO Y RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

Tomando como base los resultados obtenidos de la simulación tales como la cantidad de entradas de pasajeros por ruta y la cantidad de pasajeros transportados por el sistema en la estación de la calle 100, se pudieron obtener datos adicionales como la cantidad de viajes en horas picos, los cuales se deducen de la razón entre los pasajeros y las entradas y la frecuencia de las rutas, la cual se obtiene de dividir las tres horas analizadas entre la cantidad de viajes. Los resultados se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de la simulación

Ruta	Entradas	Pasajeros durante la hora pico*	Viajes durante la hora pico	Frecuencia de las rutas
Ruta 1 - B74	16	1031	64	2,79
Ruta 2 - B14	28	1096	39	4,60
Ruta 3 - B10	9	1144	127	1,42
Ruta 4 - B12	12	1087	91	1,99
Ruta 5 - B5	18	1073	60	3,02
Ruta 6 - G5	20	1096	55	3,28
Ruta 7 - F1	20	1162	58	3,10
Ruta 8 - H13	11	1113	101	1,78
Ruta 9 - H74	12	1054	88	2,05
Ruta 10 - D10	15	1085	72	2,49
Total	161	10941	*	**

* La cantidad de viajes para cada una de las rutas, no es un dato neto, ya que en tres horas un mismo bus puede pasar más de una vez por la estación de la calle 100.

* Según información entregada por Transmilenio S.A., la frecuencia de los buses en hora pico esta entre 1,5 y 2 minutos [1]; dato que no se cumple en la mayoría de las rutas analizadas.

En la ilustración 6 se presenta el número de pasajeros que toman las diferentes rutas durante la hora pico, este datos ha sido obtenido del análisis de la cantidad de paradas que tiene cada ruta a lo largo de su recorrido.

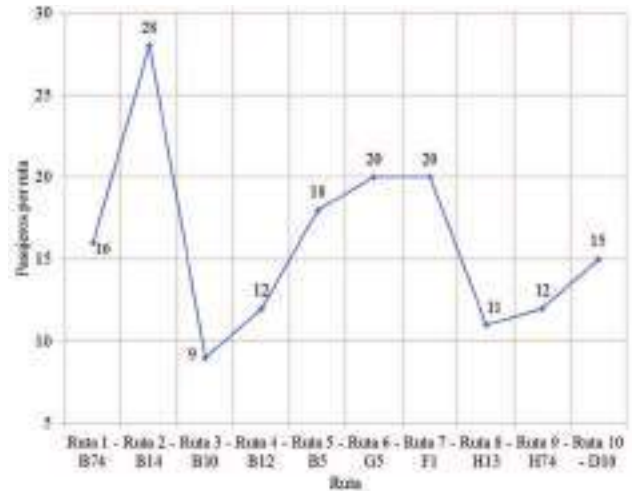


Ilustración 6. Entradas de pasajeros en las diferentes rutas en hora pico en la estación de la calle 100

4. CONCLUSIONES

Los datos para la realización de la simulación fueron tomados de las estadísticas entregadas en los informes de gestión anuales elaborados por Transmilenio S.A.; sin embargo para obtener los datos reales del sistema es necesario realizar una observación más cuidadosa de todas las variables involucradas en el análisis, ya que es evidente que cifras como el porcentaje de ocupación de las rutas son erróneas, debido que los buses se llenan por encima de la capacidad establecida.

Durante la elaboración del modelo de simulación y la realización de pruebas, se encuentra que es necesario contar con este tipo de análisis para brindar mejores servicios; en el caso particular de Transmilenio, se evidencia que la infraestructura de la estación de la calle 100 es insuficiente para la cantidad de pasajeros que diariamente ingresan al sistema en horas pico; existen rutas que son más usadas que otra, sin embargo la frecuencia de estas es igual a las rutas que presentan una mayor ocupación como el caso de la ruta F1.

Como trabajo futuro se plantea la realización de una simulación que contemple todas las rutas que operan en la estación, un análisis de las frecuencias de los buses, tomando en cuenta el tráfico de la ciudad en la hora pico, el estado de las vías, los semáforos, y la congestión vehicular. También es necesario hacer cálculos de los pasajeros que no pagan el pasaje (colados),

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

los cuales no solo afectan las entradas al sistema, sino también los costos.

REFERENCIAS

- [1] Alcaldía Mayor de Bogotá, Informe de Gestión Transmilenio S.A. 2015.
- [2] Alcaldía Mayor de Bogotá, Informe Subgerencia Técnica y de Servicios Transmilenio S.A. “Estadísticas de oferta y demanda del sistema Integrado de Transporte Público - SITP”, 2015.
- [3] Carro R, González D. “Modelos de Líneas de Espera”. Administración de operaciones.
- [4] Cepeda M. “Un Nuevo Modelo para la Estimación del Tiempo de Espera en Paraderos de Transporte Público”. Obras y proyectos, Revista de Ingeniería Civil. 2006.
- [5] Transmilenio S.A. Infraestructura. URL: <http://www.transmilenio.gov.co/es/articulos/infraestructura>. Consultado en: mayo de 2016
- [6] El Tiempo. “La Apretada Estación de Transmilenio de la Calle 100”. 2008 URL: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CM-S-4521990>. Consultado en: mayo de 2016
- [7] El Tiempo. “Mitos, Verdades y soluciones del sobrecupo en el sistema Transmilenio”. 2006 URL: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CM-S-3169071>, Consultado en: mayo de 2016.



¿CÓMO INDAGAR EN MATEMÁTICAS CON MATLAB®?

Héctor José Pabón Ángel
Ingeniero de Sistemas
Especialista en Computación para
la Docencia.
Maestría en Docencia Universitaria
Universidad de Cundinamarca
Docente
Carrera 8B # 4^a-09 Ubaté,
Cundinamarca. Colombia.
+573125228919
hipa2450@mail.unicundi.edu.co

Juan Carlos Herrera
Estrada
Ingeniero de Sistemas
Especialista en Informática y
Telemática.
Universidad de Cundinamarca
Docente TCO
Carrera 16 # 7B-18 Zipaquirá,
Cundinamarca. Colombia.
+573118537142
juancarlosherrera@mail.unicu
ndi.edu.co

Resumen

Muchos estudiantes tienen fobia a las matemáticas, porque seguramente han tenido en la enseñanza básica o media, experiencias desagradables con éstas, y por tanto su formación y aprendizaje en dicha área, han sido deficientes, traumática y desmotivadores. La formación en matemáticas, más que la información memorística, es sumamente importante como base de todas las disciplinas, siendo deseable entonces que, antes de aprender fórmulas o teoremas que no se les encuentran sentido, muy engorrosos por cierto para entender y demostrar, es necesario crear o aplicar modelos matemáticos con el computador mediante el software adecuado. Desde los primeros años de edad, el gusto por las matemáticas debe ser estimulado con el concurso del

computador y el software, que permita programar algoritmos como MATLAB®, MAPLE, DERIVE, entre otros, de los muchos que existen en el mercado y en INTERNET, muchos de ellos gratuitos. Se debe atender desde el principio a la formación, más que a la información matemática por medio de pequeños retos o investigaciones de situaciones problemáticas para resolver con una herramienta computacional que permita resultados rápidos y eficientes, para evitar así el tedio por las matemáticas al tener que hacer largas y tediosas operaciones aritméticas, haciendo que por el contrario, se logre el gusto por dicha ciencia como algo divertido que no produzca “stress” y que genere a cambio agrado o placer.

En este artículo, se aborda el estudio de los números primos y algunos conceptos relacionados para ser aplicados de manera elemental, haciendo ver que se puede lograr aprendizaje significativo con sentido y de gran interés científico, utilizando el computador como herramienta y el paquete MATLAB®, deteniéndose en ver cómo se logra indagar en la matemática aplicada, con conceptos matemáticos básicos, para lograr así muchas veces conocimientos profundos, como se verá en el desarrollo de este artículo.

Abstract

Many students have phobia to the mathematics, because they have surely had in the basic or half teaching, unpleasant experiences with these, and therefore their formation and learning in this area, they have been faulty, traumatic and without motivation. The

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

formation in mathematics, more than the information, is extremely important as base of all the disciplines, being desirable then that, before learning formulas or theorems that are not found sense, very annoying by the way to understand and to demonstrate, it is necessary to create or to apply mathematical models with the computer by means of the appropriate software. From the first years of age, the pleasure for the mathematics should be stimulated with the competition of the computer and the software that it allows to program algorithms like MATLAB®, MAPLE, DERIVE, among other, of the many that exist in the market and in INTERNET, gratuitous many of them. It should be assisted from the beginning to the formation, more than to the mathematical information by means of small challenges or investigations of problematic situations to solve with a computer tool that allows quick and efficient results, to avoid this way the tedium for the mathematics when having to make long and tedious arithmetic operations, making that on the contrary, the pleasure is achieved by this science like something amusing that doesn't take place "stress" and that it generates to change pleasure.

In this article, it is approached the study of the numbers cousins and some related concepts to be applied in an elementary way, making see that you can achieve significant learning with sense and of great scientific interest, using the computer like tool and

Introducción

En este escrito se abordan algunos temas elementales de Teoría de Números, lo cual implica que dichos temas deban abordarse desde el conjunto de los Números Enteros: $Z = \{\dots, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, \dots\}$, principalmente. Los Números Primos se estudian en el conjunto de los Enteros Positivos, porque no existe razón para ser estudiados desde todo el conjunto Z [1].

El número π se ha estudiado desde hace muchos siglos, encontrándose algunas de las primeras referencias en la Biblia. Los Números Primos se han estudiado también desde tiempos inmemoriales, pero en este tiempo con las computadoras se ha podido desentrañar muchos de los resultados no encontrados por los antiguos matemáticos en tiempos pretéritos por obvias razones [2].

Las Ecuaciones Diofantinas se estudiaron desde el tiempo de Diofanto, a quien se debe su nombre, en la antigua Grecia, pero no ha perdido aún el interés matemático de este tipo de ecuaciones que demuestran ser aplicables en estos tiempos modernos de la computación [3].

Estos y muchos más temas se pueden abordar mediante el uso de las computadoras, temas que era muy difícil de abordar sin una herramienta de cálculo eficiente como la computadora.

Objetivos

- Hacer uso adecuado de las TIC
- Desarrollar competencias investigativas en los estudiantes del área de matemáticas y ciencias básicas.
- Elaborar material didáctico como investigación en el aula con el concurso de los estudiantes.

the package MATLAB®, stopping in seeing how it is possible to investigate in the applied mathematics, with basic mathematical concepts, to achieve this way many times deep knowledge, like it will be seen in the development of this article.

Términos generales.

Indagación, números primos, situaciones problemáticas,, algoritmos, aplicativo en MATLAB®

Palabras clave.

Números primos, primos absolutos, primos relativos, números perfectos, números amigables, ecuaciones diofantinas, primos de Mersene, conjetura de Legendre, números primos de Fermat, MATLAB®

Keywords

Prime numbers, números perfectos, amicable numbers, diofantine equations, Mersene primes, Legendre conjecture, Fermat prime numbers, MATLAB®

- Mejorar el desempeño de los estudiantes en matemáticas.
- Desarrollar habilidades en la programación de computadores.
- Suplir necesidades en los centros de cómputo de la Región de Ubaté en el área de matemáticas y ciencias básicas en general.

Metodología y procesos de desarrollo

Este artículo es el resultado de trabajo desarrollado como investigación en el aula en las asignaturas: Matemática Discreta y Análisis Numérico en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca.

Es conocido en el medio que muchos centros educativos poseen PCs, pero no software adecuado para el desarrollo de las asignaturas o tareas de los estudiantes, es por esto, que se lleva a cabo desde la Universidad el apoyo a dichos centros educativos como programas de extensión para mejorar la calidad en educación.

Los Números primos

Los números primos y sus propiedades han sido estudiados durante todos los tiempos de la historia de las matemáticas y de manera exhaustiva por los matemáticos de la antigua Grecia. Los matemáticos de la Escuela Pitagórica (500 a. C. a 300 a. C.) estaban interesados en los números por su misticismo y sus propiedades numerológicas. Ellos comprendían el concepto de número primo y estaban interesados en los números perfectos, amigables y racionales, entre otros.

Eratóstenes de Sirene, desarrolló una técnica denominada la Criva de Eratóstenes, para encontrar los números primos. *Eratóstenes* fue un matemático griego, quien se desempeñó como director de la Biblioteca de Alejandría, bajo el período de *Ptolomeo III* y fue el primero que calculó la circunferencia de la Tierra y la inclinación del eje terrestre.

El conjunto de los Números Primos ha intrigado a los matemáticos (y no matemáticos) por más de 25 siglos y es que su comportamiento dentro del conjunto de los números enteros positivos, es algo que hasta el presente, sigue generando incógnitas. [4]

Los números primos son números enteros positivos que solamente son divisibles por el 1 y por sí mismos, es decir, que tienen solamente un par de divisores diferentes. El número 1 no se ha considerado como primo porque tiene únicamente un divisor, que es el mismo 1. Los primeros números primos son: 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, ... Y también el único número primo par es el 2. [5]

Números perfectos

Se dice que un número es perfecto, cuando la suma de sus divisores propios da como resultado el número en cuestión. Por ejemplo, el número 6 tiene tres divisores propios: $\delta p(6) = \{1, 2, 3\}$ y la suma de sus divisores propios es: $1 + 2 + 3 = 6$, lo cual muestra que el número 6 es un número perfecto. Por otro lado, $\delta p(28) = \{1, 2, 4, 7, 14\}$ y la suma $1 + 2 + 4 + 7 + 14 = 28$, lo cual indica que 28 también es un número perfecto. ¿Existen números perfectos entre 6 y 28? ¿Cuál es el siguiente número perfecto mayor de 28? Esta y otras son preguntas que se pueden resolver ahora, utilizando pequeños programas implementados con MATLAB®, u otro lenguaje de programación [6].

Muchas más preguntas de investigación o situaciones problemáticas pueden hacerse acerca de los números primos, como por ejemplo:

- ¿El conjunto de los números primos es infinito?
- ¿De qué manera está distribuido el conjunto de los números primos a lo largo del conjunto de los enteros positivos?
- ¿Existen fórmulas que generen números primos?

Al correr de los años, muchos matemáticos han intentado dar respuesta a este tipo de preguntas y a muchas más relacionadas con la Teoría de Números, y en su búsqueda, encontraron números primos que comparten ciertas características y que ahora reciben el nombre de sus descubridores. Dentro de esta categoría de números se pueden encontrar los números primos más famosos como los Primos de Fermat y los Primos de Mersenne, pero también a otros que han hecho historia como los Primos de Wieferich y los Primos de Wagstaff.

Encontrar los primeros números perfectos, no es tarea difícil, pero si se quieren hallar números perfectos manualmente más allá del quinto en orden ascendente, es una tarea bastante descomunal. No se sabe hasta cuál número perfecto hallaron los griegos y generaciones posteriores de matemáticos, pero con los primeros computadores, la tarea fue muchísimo más fácil. Basta ver el siguiente algoritmo programado en MATLAB® para notar la facilidad con que se pueden hallar dichos números, mientras que el tiempo de ejecución no sea demasiado largo.

Con base en la definición de número perfecto, se pueden definir los números deficientes y los números abundantes, así: Un entero positivo n se dice que es un número deficiente si la suma de sus divisores propios es menor que dicho número n . También se dice

que un número es abundante si la suma de sus divisores propios es mayor que n .

¿Cómo averiguar si un entero positivo dado es un número perfecto, deficiente o abundante? El siguiente programa MATLAB® permite responder a esta pregunta.

```

clc % Aplicación 1
disp(' ')
txtlin='=====';
disp(txtlin)
disp('DETERMINA SI UN ENTERO POSITIVO ES:
PERFECTO, DEFICIENTE O ABUNDANTE')
disp(txtlin)
disp(' ')
num1=input('¿CUÁL ENTERO POSITIVO DESEA
DETERMINAR? ');
disp(' ')
disp(txtlin)
num2=abs(round(num1));
if num1==num2
    disp(' ')
elseif num1 ~= num2
    disp('El proceso se realize con: ')
    num2
else
end
sumnum=0;
for k=1:num2-1
    D=round(num2/k);
    if num2==D*k
        sumnum=sumnum+k;
    else
    end
end
if sumnum==num2
    disp('El entero positivo dado es un NÚMERO PERFECTO')
elseif sumnum > num2
    disp('El entero positivo dado es un NÚMERO
ABUNDANTE')
else
    disp('El entero positivo dado es un NÚMERO DEFICIENTE')
end
disp(' ')
disp(txtlin)

```

Tabla 1. La aplicación 1 determina si un entero positivo dado es: perfecto, deficiente o abundante

NÚMERO	CATEGORIA
125150	Deficiente
28	Perfecto
12	Abundante

Muestra que el número 1251456789 es un número deficiente, es decir, que la suma de sus divisores propios es menor que el número n en cuestión.

Si se corre el programa con el número 28, por ejemplo, se encuentra que dicho número es perfecto, ya que la suma de sus divisores propios es 28.

Al correr ahora el programa con el número 12, se encuentra que 12 es un número abundante, ya que la suma de sus divisores propios es 14.

Surgen muchas otras preguntas al operar con números perfectos, o situaciones problemáticas como por ejemplo:

- ¿Existe algún número perfecto impar?
- ¿Existen infinitos números perfectos?

Quienes afirman que no hay nada en matemáticas para investigar, que “todo está hecho” dicha afirmación no es cierta ya que la ciencia es inagotable; siempre habrá algo más por investigar a pesar de todo lo que se ha avanzado hasta el tiempo presente.

2.2 Números primos, otra vez

Ya se había dado una definición de número primo anteriormente, como aquel número entero positivo n que tiene solamente dos divisores: la unidad y el número n .

Ahora se presenta el programa que permite calcular el número de primos menores que un entero positivo dado n . El siguiente programa hace la gráfica correspondiente a n versus cantidad de primos.

Aplicación 2

```
clc
format
disp(' ')
txtlin='=====';
disp(txtlin)
disp('CALCULA LA CANTIDAD DE NÚMEROS PRIMOS
MENORES O IGUALES QUE n')
disp(txtlin)
disp(' ')
in=input('¿Hasta qué número desea calcular la cantidad de
primos? ');
in=floor(in);
disp(' ')
disp(txtlin)
primos=length(primes(in));
in=num2str(in);
primos=num2str(primos);
disp(['La cantidad de números primos entre 1 y ',in, ' es de
',primos,])
disp(txtlin)
```

La cantidad de números primos entre 1 y 1 000 000 es de: **78498**

El total de números primos menores o iguales a un entero positivo dado n , se simboliza con la función $\pi(n)$, la cual recibe el nombre de función de números primos [7].

La fórmula de Legendre indica que la cantidad aproximada de números primos menores que n está dada por la función:

$$\pi(n) = \frac{n}{\ln(n) - 0.8366} \quad (1)$$

$$\pi(n) = n / (\log(n) - 1.08366)$$

Ahora se calcular con la fórmula (1) el número de primos entre 1 y un millón.

Según la Fórmula de Legendre, la cantidad de números primos menores que un millón, son aproximadamente:

```
>> n=1000000;
>> primos=round(n/((log(n)-0.8366)))
```

Número de primos = 77048 (Según la Fórmula de Legendre)

Mediante un programa con MATLAB® se calcula el número exacto de primos menores que un millón, para comparar con la respuesta dada por la fórmula de Legendre (1).

Luego, se determinará el error porcentual de acuerdo al resultado anterior y el dado por la fórmula de Legendre:

```
>> vr = 78498; ( valor verdadero)
>> va = 77048; ( valor aproximado)
>> ERP=abs((vr-va)/vr)*100 (error relativo porcentual)
ERP = 1.8472 (porcentaje)
```

El cálculo indica que el error relativo porcentual cometido es aproximadamente 1.8% un valor bastante buena.

Mediante la aplicación 3, se puede calcular la cantidad de números primos por intervalos, para producir una gráfica que muestre la curva de n versus cantidad de primos, así:

Aplicación 3

```
clc % Aplicación 3
format bank
disp(' ')
txtlin='=====';
disp(txtlin)
disp('CALCULA EL ACUMULADO DE NÚMEROS PRIMOS
MENORES QUE n ')
disp(txtlin)
disp(' ')
hastan=input('¿Hasta qué número desea calcular? ');
intervalo=input('¿Cuántos elementos tiene cada intervalo? ');
disp(' ')
disp(txtlin)
disp(' N_ORDEN PRIMOS_ACUM');
for in=0:intervalo:hastan
    cum=length(primes(in));
    disp([in,cum])
end
disp(txtlin)
format
```

La corrida de la aplicación 3 con intervalos de 50000, produjo el siguiente resultado:

Tabla 1. Cálculo del acumulado de números primos menores que 100000, con intervalos de 5000.

Nº	Primos acumulados	Nº	Primos acumulados
5000	5133	55000	45322
10000	9592	60000	49098
15000	13848	65000	52831

20000	17984	70000	56543
25000	22044	75000	60238
30000	25997	80000	63951
35000	29977	85000	67617
40000	33860	90000	71274
45000	37706	95000	74907
50000	41538	100000	78498

Se toma el vector X como la variable independiente y el vector Y como la variable dependiente con intervalos de 50000 (con la cantidad acumulada de números primos), para realizar la gráfica y poder determinar el tipo de gráfica.

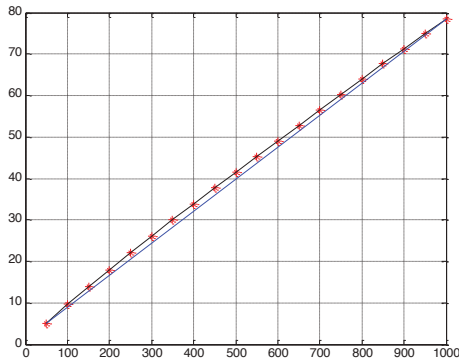
```
>> X=[50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550 600 650
700 750 800 850 900 950 1000]; (valores en miles)
```

```
>> Y=[5.133 9.592 13.848 17.984 22.044 25.997 29.977 33.864
37.706 41.538 45.322 49.098 52.831 56.543 60.238 63.951
67.617 71.274 74.907 78.498]; (valores en miles)
```

Ahora se grafican los vectores X vs Y para determinar si la gráfica es una línea recta o es una curva de otro tipo.

```
>> plot(X,Y,'*R',X,Y,'K');hold on; line([50 1000],[5.133 78.498])
```

Figura 1. Frecuencia acumulada de los números primos hasta un millón. Formula de Legendre comparada con valores verdaderos



Como puede verse en la figura 1, la frecuencia acumulada de los números primos no determina una línea recta, sino una línea ligeramente curva, como lo expresa Legendre en la fórmula (1).

Los números primos son infinitos

Se puede afirmar que el conjunto de los números primos es un conjunto infinito. Para comprobarlo se toma el límite en la función de Legendre. Como se tiene una indeterminación de la forma ∞/∞ , se puede calcular dicho límite utilizando la Regla de L'Hospital.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n}{\ln(n) - 0.8366} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{1/n} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n}{1} \right) = \infty$$

Lo cual muestra que el conjunto de los números primos es infinito.

El siguiente programa escribe y enumera los números primos menores que un entero positivo dado:

```
clc % Aplicación 4
format
```

```
disp(' ')
txtlin='=====';
disp(txtlin)
disp(' ENUMERA LOS NÚMEROS PRIMOS MENORES
QUE n ')
disp(txtlin)
disp(' ')
in=input('Hasta qué entero positivo desea mostrar los números
primos? ');
disp(' ');
disp(txtlin)
primos=primes(in)
disp(txtlin)
```

¿Cuál es el número primo que ocupa la posición 46-ava en orden ascendente?

Tabla 2. Enumera los números primos menores que un entero positivo dado.

1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
2	3	5	7	11	13	17	19	23	29
11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
31	37	41	43	47	53	59	61	67	71
21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
73	79	83	89	97	101	103	107	109	113
31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°
131	137	139	149	151	157	163	167	175	179
41°	42°	43°	44°	45°	46°				
179	181	191	193	197	199				

El número primo que ocupa la posición 46-ava es 199, como se muestra en la tabla anterior.

O alternativamente también se puede utilizarse la siguiente instrucción, sin enumerar cada uno de los números primos:

```
>> length(primes(773)) (calcula la posición del primo 773 en
orden ascendente o del primo próximo inferior, si el número dado
no es primo)
Respuesta: 137
```

Conjetura de Legendre

La conjetura de Legendre, afirma que siempre existe por lo menos dos números primos entre n^2 y $(n + 1)^2$. El algoritmo puede durar ejecutándose varios minutos, para $n = 1000$ por ejemplo, por lo tanto no es recomendable utilizarlo para n demasiado grande. Hasta donde lo permite el computador, se puede afirmar que la conjetura de Legendre es verdadera. La cantidad de primos entre n^2 y $(n+1)^2$ se puede observar que siempre va en aumento, salvo algunos pocos casos donde existe decremento pero nunca menos de dos primos, así que la conjetura es cierta hasta donde lo permite el computador. La demostración analítica sería un buen hit para un aficionado o un matemático profesional [8]. La cantidad de números primos comprendidos entre n^2 y $(n + 1)^2$ es como muestra el programa siguiente:

```
clc %Aplicación 5
disp(' ')
txtlin='=====';
disp(txtlin)
```

```
disp(' ENUMERA LA CANTIDAD DE NÚMEROS PRIMOS
ENTRE: n^2 & (n+1)^2 ')
disp(txtlin)
n=input(' ¿HASTA QUE NÚMERO DESEA CALCULAR? ');
disp(txtlin)
contador_primos=zeros(n,2);
for n=0:n-1
    n=n+1;
    primos=length(primes((n+1)^2))-length(primes(n^2));
    contador_primos(n,2)=primos;
    contador_primos(n,1)=n;
end
contador_primos
disp(txtlin)
```

Tabla 3. Enumera la cantidad de números primos entre n^2 y $(n+1)^2$

N	Cantidad de Primos	N	Cantidad de Primos
1	2	11	4
2	2	12	5
3	2	13	5
4	3	14	4
5	2	15	6
6	4	16	7
7	3	17	5
8	4	18	6
9	3	19	6
10	5		

Números Primos de Fermat

Fermat fue un matemático aficionado que nació en Francia en 1601. Hoy se le conoce como el padre de la Teoría de Números y el Rey de los matemáticos aficionados.

Fermat, conjeturó que todos los números enteros positivos de la forma: $F_n = 2^{2^n} + 1$ eran números primos, con n un número entero mayor o igual que cero. Sin embargo, esta conjetura no es cierta para todo entero positivo. La afirmación de Fermat es cierta para los números 0, 1, 2, 3 y 4, como se muestra en el siguiente programa MATLAB®, pero para $n=5$ se muestra que la conjetura de Fermat NO es cierta [9].

Se van a calcular los números primos de Fermat, con $n = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ para probar si cada uno de ellos es un número primo.

```
clc Aplicación 6
disp(' ');
txtlin='=====';
disp(txtlin)
disp(' GENERA LOS PRIMOS DE FERMAT: F1 F2 F3 F4 F5 ')
disp(txtlin)
disp(' ')
format long g
numero_valor=zeros(2,1);
for n=1:5
    F=2^(2^n)+1;
    numero_valor(2,n)=F;
    numero_valor(1,n)=n;
end
numero_valor'
disp(txtlin)
```

Tabla 4. Generación de los Primos de Fermat: F1, F2, F3, F4, F5, con la aplicación 6.

F ₀	3
F ₁	5
F ₂	17
F ₃	257
F ₄	65 537
F ₅	4 294'967 297

Ahora se prueba si cada uno de los números anteriores generados es primo absoluto, mediante el siguiente comando MATLAB®

```
>> isprime(65537)
ans = 1, (1 significa verdadero)
```

La aplicación 7 produce los siguientes resultados:

- 5 SI es un número primo
- 17 SI es un número primo
- 257 SI es un número primo
- 65537 SI es un número primo

Con el número 4,294'967,297 existe problema de desbordamiento por lo grande del número, sin embargo se puede determinar si un par de enteros positivos tienen la misma cantidad de divisores. Se sabe que el número 2 tiene solamente dos divisores, así que si 4 294'967 297 tiene el mismo número de divisores con el primo 2 es porque también es primo. En caso contrario se tendría al número 4,294'967,297 con más de dos divisores.

```
clc % Aplicación 7
format long g
disp(' ')
txtlin='=====';
disp(txtlin)
disp('DETERMINA SI DOS ENTEROS POSITIVOS m Y n
TIENEN IGUAL NUMERO DE DIVISORES')
disp(txtlin)
disp(' ')
m=input(' ENTRE EL PRIMER ENTERO POSITIVO m: ');
n=input(' ENTRE EL SEGUNDO ENTERO POSITIVO n: ');
disp(' ')
disp(txtlin)
m=abs(round(m));
n=abs(round(n));
cont1=0;
cont2=0;
for k=1:m-1
    D=round(m/k);
    if m==D*k
        cont1=cont1+1;
    else
    end
end
for k=1:n-1
    D=round(n/k);
    if n==D*k
        cont2=cont2+1;
    else
    end
end
```

```

if cont1==cont2
    disp(' ')
    disp('LOS NÚMEROS SUGERIDOS TIENEN EL MISMO
NUMERO DE DIVISORES')
elseif cont1~=cont2
    disp(' ')
    disp('LOS NUMEROS SUGERIDOS NO TIENEN EL
MISMO NUMERO DE DIVISORES')
else
end
disp(' ')
disp(txtlin)

```

Los números: $F_0 = 2^1 + 1 = 3$, $F_1 = 2^2 + 1 = 5$, $F_2 = 2^4 + 1 = 17$, $F_3 = 2^8 + 1 = 257$, $F_4 = 2^{16} + 1 = 65537$, son todos primos de Fermat efectivamente, como puedo probarse. La prueba individual de cada número es fácil de realizar hasta 2^{16} ; el reto lo constituye determinar si F_n es primo para n mayor que 4.

El enunciado quedó como conjetura hasta que en 1732, *Euler* probó que F_5 es divisible por 641, esto es:

$$F_5 = 2^{32} + 1 = 4294967297 = 641 \times 6700417$$

Con esto se demostró que la conjetura de Fermat es falsa!

Actualmente estos números son llamados números de Fermat y únicamente se conocen los primeros 5 números de Fermat (escritos arriba y que ya conocía Fermat) como números primos.

La pregunta más importante por resolver es quizá: ¿Solo los números 3, 5, 17, 257 y 65537 son *primos de Fermat*? o ¿Existen más? Y en tal caso ¿Cuántos más? ¿5, 20, 1000 o infinitos? Buenas preguntas para investigar. Se ha conjeturado que solo existe un número finito de *primos de Fermat*, sin embargo, también se ha conjeturado que existe una infinidad de estos primos.

Primos de Mersenne

Mann Mersenne fue un filósofo francés contemporáneo de Fermat y que mantuvo correspondencia con él. Mersenne lo mismo que Fermat, conjeturó en el año 1644 en su obra *Gogitata Physico Mathematica* que $M_n = 2^n - 1$ es un número primo cuando: $n = 2, 3, 5, 7, 13, 17, 19, 31, 67, 127$ y 257, y que no es primo para algún otro n menores a 257. Esta lista es muy interesante, ya que números como, $M_{127} = 2^{127} - 1$, son extremadamente grandes y en aquel tiempo no existían las computadoras [10].

La pregunta que la mayoría de matemáticos se hacen hoy es: ¿Cómo hizo Mersenne para lograr tales observaciones? Pues en ese tiempo no había computadoras o elementos tecnológicos de cálculo para decidir si un número muy grande era primo o no. Pese a lo excelente que parezca la conjetura, la lista dada por Mersenne tiene algunos errores que fueron demostrados finalmente tres centurias después por A. Ferrier en 1947. Los errores son los siguientes:

- Los números M_{67} y M_{27} no son números primos.
- Los números M_{61} , M_{39} y M_{107} son números primos.

```
>> M27=isprime(2^27 - 1), (Muestra que M27 no es número primo porque M27 = 0)
```

$$M_{27} = 0$$

La función anterior de MATLAB® no es posible utilizarla para números superiores a 2^{32} por lo cual es necesario utilizar algoritmos alternativos, como puede ser el programa 8 mejorado.

Los números primos de la forma: $M_n = 2^n - 1$, ahora se conocen como primos de Mersenne. La búsqueda de primos de Mersenne se ha intensificado últimamente, gracias al uso de las computadoras modernas.

Actualmente se conocen 47 números primos de Mersenne. El 12 de Abril de 2009 fue descubierto el último primo de Mersenne conocido, el primo es un número de 12'837 064 dígitos, sin embargo, no es el primo más grande, pues el primo de Mersenne más grande fue el 46-avo primo de Mersenne descubierto y tiene 12' 978 189 dígitos [11].

El lector podrá hacerse otras preguntas relativas al tema como:

- ¿Cuántos primos de Mersenne existen?
- Nueva conjetura de Mersenne. (Paul Bateman, Paul Selfridge y Stan Wagstaff)
- Primos de Sophie Germain.
- Primos de Cullen.
- Primos de Wieferich.
- Primos de Wagstaff.
- Primos de Wilson.
- Primos de Woodal.

Ecuaciones Diofantinas

Una Ecuación Diofantina es una ecuación lineal con coeficientes enteros y que exige soluciones también enteras [12].

clc Aplicación 8

```

disp(' ')
xtlin='=====';
disp(txtlin)
disp(' SOLUCIÓN DE UNA ECUACIÓN DIOFANTINA
LINEAL')
disp(' DE LA FORMA: ax ± by ± cz = d ;(d>0)')
disp(txtlin)
a=input('Entre el coeficiente de x(entero positivo): ');
b=input('Entre el coeficiente de y(entero positivo): ');
c=input('Entre el coeficiente de z(entero positivo): ');
d=input('Entre el término independiente(entero positivo): ');
if a<0
    disp('NO APLICA EL ALGORITMO')
elseif b<0
    disp('NO APLICA EL ALGORITMO')
elseif c<0
    disp('NO APLICA EL ALGORITMO')
eldeif d<0
    disp('NO APLICA EL ALGORITMO')
else
end
disp(txtlin)
disp(' # x y z ')
disp(txtlin)
k=0;
for x=1:d
    for y=1:d
        for z=1:d

```

```

if a*x+b*y+c*z==d
    k=k+1;%número de soluciones en los enterospositivos
    if k==200
        exit
    else
        end
    else
        end
    end
end
end
sol1=zeros(k,4);
sol2=zeros(k,4);
sol3=zeros(k,4);
sol4=zeros(k,4);
k=0;
for x=1:d
    for y=1:d
        for z=1:d
            if a*x+b*y+c*z==d
                k=k+1;
                sol1(k,1)=x;
                sol2(k,2)=y;
                sol3(k,3)=z;
                sol4(k,4)=z;
            else
                end
            end
        end
    end
end
sol1+sol2+sol3+sol4
disp(txtlin)

```

Aplicación en los cajeros automáticos.

Un cajero automático de un banco, provee billetes de \$50, \$20 y \$10. Se solicita una cuantía de \$200. ¿De cuántas maneras puede proveer el cajero dicha suma? (valores en miles). Normalmente, el cajero automático provee tres billetes de \$50, dos de \$20 y uno de \$10. Pero, esta es una de las muchas posibilidades de hacer el pago de los \$200. Mediante el programa 9, averigüe las otras formas de hacer dicho pago.

Tabla 5. Solución de una ecuación diofantina lineal de la forma: $ax + by + cz = d ; (d > 0)$

Nº Pago	x (\$50)	y (\$20)	x (\$10)	Nº Pago	x (\$50)	Y (\$20)	z (\$10)
1	1	1	13	8	2	1	8
2	1	2	11	9	2	2	6
3	1	3	9	10	2	3	4
4	1	4	7	11	2	4	2
5	1	5	5	12	3	1	3
6	1	6	3	13	3	2	1
7	1	7	1				

CONCLUSIÓN

Pensar que la matemática es una ciencia acabada sin nada nuevo para indagar es falso. Los temas tratados en este artículo son solamente un pequeña muestra de lo mucho que se puede indagar,

tomando como herramienta el computador y el software adecuado para suplir algunas necesidades de los centros educativos. Muchos de los problemas no resueltos en tiempos pasados, tienen ahora la oportunidad de ser estudiados más a fondo con la utilización de la PC de una manera fácil por los estudiantes. La forma tradicional de estudiar las matemáticas ha hecho de esta ciencia un lastre que muchos estudiantes no quieren cargar, pero la novedad está en que el estudiante desea aprender sin “stress”, utilizando un medio que no hace a la matemática aburrido y más bien por el contrario proporciona retos o situaciones problemáticas que el estudiante querrá resolver o enfrentar sin la carga de muchas operaciones rutinarias, utilizando pequeñas aplicaciones que le resultan divertidas.

La forma propuesta de estudiar las matemáticas hace que el estudiante continúe siendo un investigador nato como lo era desde sus primeros años de vida. Es una forma de desarrollar las competencias: investigativa, lógica y matemática, y que su desempeño como estudiante y en su vida profesional sea eficiente en la solución de problemas que enfrentará en situaciones cotidianas.

La matemática aplicada es una forma de contextualizar los conocimientos en la ingeniería o en cualquier rama de la ciencia, que hace menos árido el aprendizaje de las matemáticas, como es en la forma tradicional del tratamiento de la matemática pura: axiomas o postulados, definición, teoremas, lemas, corolarios y demostraciones analíticas.

Resultados

- Libro para publicar: Matemáticas Básicas para Principiantes con MATLAB®. En trámite.
- Activación de semilleros de investigación.
- Grupo de Investigación Ebaté
- Ayuda a la comunidad en general.

Agradecimientos

A todas las personas que han participado en este arduo trabajo, a la Universidad de Cundinamarca, a CICOM, al grupo de investigación Ebaté y a los amigos que siempre han alentado este trabajo.

Referencias

[1] Vitutor. (07/10, 2016). Vitutor. Obtenido de: http://www.vitutor.com/di/e/a_1.html.

[2] Tatters, J. J. (2005). Elementary Number Theory in Nine Chapters. Cambridge, U.K : Cambridge University Press. 87-91.

[3] Gaussianos. (07/10, 2016). Obtenido de: <http://gaussianos.com/como-resolver-ecuaciones-diofanticas/>

[4] Tatters, J. J. (2005). Elementary Number Theory in Nine Chapters. Cambridge, U.K : Cambridge University Press. 87-135.

[5] García, F. (2001). Matemáticas Discretas. Madrid, Esp. PARANINFO. THOMPSON LEARNING. 13-22

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- [6] Atters, J. J. (2005). Elementary Number Theory in Nine Chapters. Cambridge, U.K : Cambridge University Press. 136-140
- [7] Bateman, P.T. y Horn, R.A. (1962). A heuristic asymptotic formula concerning the distribution of prime numbers. Math. Comp., 16, 363, 367.
- [8] Tatters, J. J. (2005). Elementary Number Theory in Nine Chapters. Cambridge, U.K : Cambridge University Press. 117.
- [9] Enciclopedia Libre Universal en Español. (07/10, 2016).
Obtenido de:
http://enciclopedia.us.es/index.php/N%C3%BAmero_primo_de_Fermat.
- [10] Wikipedia. (07/20, 2016). Obtenido de:
https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_primo_de_Mersenne.
- [11] Wikipedia. (07/20, 2016). Obtenido de:
https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_primo_de_Mersenne.
- [12] Udea. (07/20, 2016). Obtenido en:
<http://docencia.udea.edu.co/cen/edp-705/archivos/cap%204/4-2.htm>.
- Otros fuentes consultados:
- Elgarten, Gerald H. E. y otros. (1999). Using Computers in Mathematics. Addison-Wesley Publishing Company. USA Menlo Park, Ca.
- Dickson, L.E. (1904). A new extension of Dirichlet's theorem on prime numbers., Messenger of Math 33, 155 , 161.
- Hensley, D. y Richards, I. (1973). On the incompatibility of two conjectures concerning primes. Pure Math, 24, 123 , 127.
- Linz Peter y Wang, Richard L. C. (2000). Numerical Methods. An Introduction to Scientific Computing Using MATLAB. Jones and Bartlett Mathematics. Sudbury, Massachusetts, Ca.
- Pérez, César. Matlab y sus aplicaciones en las ciencias y la Ingeniería. (2002). Prentice Hall. Pearson Educación, S. A. Madrid.
- Stanley, William D. (2005). Technical Analysis and Applications with MATLAB. Thomson Delmar Learning. Canada.



*6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016*

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=jpp5KBDOQ9U>

Actores del proceso de aprendizaje en educación a distancia

José Efrén Marmolejo Valle
Sistema de Universidad Virtual
Universidad Autónoma de Guerrero
+527474719310 ext. 3246
jmarmolejov@uagrovirtual.mx

Felicidad Bonilla Gómez
Sistema de Universidad Virtual
Universidad Autónoma de Guerrero
+527474719310 ext. 3511
bonillafelicidad@uagrovirtual.mx

Juan Baltazar Cruz Ramírez
Sistema de Universidad Virtual
Universidad Autónoma de Guerrero
+527474719310 ext. 4107
cruzramirez@uagrovirtual.mx

Ángel López Martínez
Sistema de Universidad Virtual
Universidad Autónoma de Guerrero
+527474719310 ext. 3216
anlopmar@uagrovirtual.mx

RESUMEN

En las últimas décadas las instituciones de educación superior han tenido que desarrollar estrategias innovadoras de aprendizaje que les permitan enfrentar los nuevos retos de la sociedad del conocimiento y de la información, modificando el rol de los participantes del proceso de aprendizaje. En este artículo se describe como la Universidad Autónoma de Guerrero a través del Sistema de Universidad Virtual (SUVUAGro) afronta el reto de implementar un modelo de educación a distancia identificando el rol de los actores del proceso de aprendizaje como son el aprendiente, facilitador, monitor académico y soporte técnico, que

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

permita implementar un proceso de aprendizaje de calidad y desarrollar estrategias de formación permanente para fomentar la cultura digital en el Estado de Guerrero. En un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) es importante acompañar en todo momento al aprendiente durante el proceso de aprendizaje, el acompañamiento será a través del andamiaje que tiene del facilitador, monitor académico y soporte técnico, el SUVUAGro ofrece espacios de comunicación permanente síncrona y asíncrona en donde el aprendiente conoce por medio del curso de inducción a la modalidad a distancia estos espacios para comunicarse, identificando el rol que tiene cada uno.

ABSTRACT

In recent decades, Higher Education institutions have had to develop innovative learning strategies that let them face the new challenges of knowledge society and information and change the role of participants within the learning process. This article describes how the Autonomous University of Guerrero through the Virtual University System (SUVUAGro) faces this challenge. Implementing a model of distance education by identifying the role of actors of learning process such as the learner, facilitator, monitor academic and technical support. Interaction of these actors has a result a quality learning process and developing of a lifelong learning strategies focused on promote digital culture in the state of Guerrero. Within a Virtual Learning Environment (AVA) is important to support the learner during all the learning

process. This support will be through the scaffolding that has the facilitator, the academic monitor and the support of SUVUAGro, offering spaces for permanent and synchronous communication and asynchronous in the same way, knowing the learner through the course of induction about distance learning will use these spaces for communication and identify the role of each one.

Términos Generales

Innovación Educativa, Educación, Nuevas Tecnologías

Palabras clave

Ambientes virtuales, educación a distancia, e-learning, acompañamiento, Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA).

Keywords

ANTECEDENTES

Las instituciones de educación superior en todo el mundo están reestructurando los modelos educativos y están en constante búsqueda de estrategias innovadoras en donde se incorpore el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en el proceso de aprendizaje, debido a que la educación del siglo pasado ya no se ajusta a las necesidades del siglo XXI, en donde se desarrolle una educación que estimule la creatividad, talentos y riquezas individuales. No basta la incorporación de las TIC, se requiere de una fundamentación pedagógica que sustente su aplicación en los procesos educativos. Es importante incorporar de manera transversal en el curriculum de los programas educativos el desarrollo de competencias digitales para que se puedan resolver problemas cotidianos o del contexto que así se lo requiera. En este proceso de aprendizaje en ambientes virtuales se deben de considerar a los actores que en el intervienen, cuya misión es brindar un acompañamiento a los estudiantes para contribuir a la mejora de su desempeño académico.

En esta visión pedagógica, el rol de los estudiantes (aprendientes) y docentes (facilitadores) debe estar orientada al desarrollo del talento y la creatividad por medio de la educación y la investigación de manera innovadora, donde el uso de la tecnología como recurso pedagógico permita transformar el espacio docente, abandonar prácticas educativas anquilosadas con un sentido crítico y de constante reflexión y realimentación para mejorar la calidad de la enseñanza, por lo tanto debemos fomentar está innovación para que los actores del proceso de aprendizaje piensen críticamente, abordando los problemas desde diferentes perspectivas, creando contextos participativos, disponiendo de espacios diversos para las relaciones docente-estudiante. A nivel internacional y nacional existen lineamientos para la creación de ambientes virtuales de aprendizaje (AVA).

En el contexto internacional desde la Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI, la UNESCO (1998) se refiere a las ventajas y el potencial de las nuevas tecnologías de la información y comunicación...”al crear nuevos entornos pedagógicos que van desde los servicios de educación a distancia hasta los establecimientos y sistemas “virtuales” de enseñanza superior capaces de salvar las distancias y establecer sistemas de educación de alta calidad, favoreciendo así el progreso social y económico y la democratización así como otras prioridades sociales importantes” [3].

Así también, este organismo advierte que “Las nuevas tecnologías abren paso a una educación basada en el desarrollo del aprendizaje electrónico (e-learning). Este término sirve para designar una amplia gama de utilidades de esas tecnologías,

desde el trabajo en ordenador de las aulas hasta las carreras cursadas totalmente a distancia que han aparecido hace poco. La enseñanza virtual permite una supervisión individualizada, unida a una flexibilidad de la gestión del aprendizaje y a una mayor autonomía en la adquisición del saber. Más allá de las ofertas educativas institucionales, Internet tiende a convertirse en el medio privilegiado de la autodidáctica, suministrando instrumentos de aprendizaje informal y facilitando la creación de aulas virtuales” [4].

De igual manera, en 2009 la UNESCO destaca que “El aprendizaje abierto y a distancia y el uso de las TIC ofrecen oportunidades de ampliar el acceso a la educación de calidad, en particular cuando los recursos educativos abiertos son compartidos fácilmente entre varios países y establecimientos de educación superior.” Así mismo, asegura que “La aplicación de las TIC a la enseñanza y el aprendizaje encierra un gran potencial de aumento del acceso, la calidad y los buenos resultados.” [5].

En el ámbito nacional la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) recomienda ampliar la cobertura para impulsar nuevas modalidades educativas, no convencionales, a fin de atender a la población joven y adulta que cuente con competencias para acceder a la educación superior; enfatizando que entre estas modalidades se encuentra la educación virtual y la utilización de programas de comunicación educativa con el apoyo de la televisión, radio e internet.

Este organismo propone reforzar las modalidades mixta, abierta y a distancia, junto con la ampliación de la escolarizada, a fin de atender su demanda en zonas geográficas dispersas en el territorio nacional, a personas que trabajan o bien que presentan nuevos perfiles sociodemográficos. Lo anterior implica el fortalecimiento de las TIC a fin de alcanzar elevados estándares de calidad internacional en su utilización en todas las modalidades educativas. Por su parte, el gobierno federal promueve el diseño y la puesta en práctica de alternativas complementarias a la oferta de educación superior: nuevas carreras modalidades abiertas y a distancia, programas articulados de licenciatura y posgrado, entre otras.

En congruencia, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) se orienta, a generar las condiciones necesarias para lograr el objetivo de desarrollar el potencial humano de los mexicanos con educación de calidad; es decir, para lograr un país con una educación de calidad mediante las distintas modalidades. Al respecto, el tercer eje del PND, “México con Educación de Calidad”, establece que el Gobierno de la República se compromete a impulsar las siguientes estrategias:

- a) Promover la incorporación de las nuevas TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- b) Ampliar las oportunidades de acceso a la educación en todas las regiones y sectores de la población.
- c) Crear nuevos servicios educativos, ampliar los existentes y aprovechar la capacidad instalada de los planteles.

Además de lo anterior, destaca la Línea de acción referente a la ampliación de la oferta educativa de las diferentes modalidades, incluyendo la mixta y la no escolarizada [6].

Como se puede observar las alternativas de estudiar en modalidad a distancia serán día a día más amplias en la educación pública y privada. Frente a este reto, es obligación de las IES públicas ofrecer una educación de calidad con inclusión social, en donde

los actores del proceso de aprendizaje asuman responsablemente el rol que les corresponde.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El Sistema de Universidad Virtual

La UAGro, para dar respuesta a las nuevas necesidades de servicios educativos que plantea el entorno social y la educación del siglo XXI, en 2013 reformó su estructura académico organizativa incorporando al hoy Sistema de Universidad Virtual (SUVUAGro), que para efectos operativos se denomina UAGro Virtual.

Con base en el Modelo Educativo de la institución, el SUVUAGro cuenta con un Modelo Académico, Curricular y Pedagógico para orientar el diseño, implementación, evaluación y administración de sus programas educativos de tipo medio superior y superior, así como de educación continua, en la modalidad a distancia o virtual y multimodal. Esto último, en lo que corresponde a la implementación de la modalidad presencial combinada con la interacción facilitador-aprendiente a través de espacios virtuales.

RESULTADOS

De acuerdo a este modelo, el estudiante es el principal aprendiz o centro del proceso de aprendizaje y protagonista de su formación, quien en el marco de la flexibilidad, gestiona su propio tiempo, planifica su ritmo de estudio, construye su itinerario académico y se apropia del conocimiento en forma activa, de manera interdisciplinaria y mediante el trabajo cooperativo. En el proceso de enseñanza aprendizaje virtual se involucra a los diseñadores de contenidos, a los facilitadores del aprendizaje que son quienes mantienen permanentemente el contacto directo con los aprendientes y a los monitores académicos para dar seguimiento a la interacción educativa entre facilitadores y aprendientes, brindando la orientación que requieren en cada unidad de aprendizaje. El modelo académico conduce al aprendiente al desarrollo de la autonomía, del pensamiento crítico, de actitudes colaborativas y sociales, de destrezas profesionales y de la capacidad de autoevaluación. Todo lo anterior, guarda relación estrecha con el rol que asumen fundamentalmente tanto el aprendiente como el facilitador, considerando las características y fundamentos de la educación a distancia.

Al respecto, el Modelo Educativo de la UAGro establece que en el SUVUAGro tanto el facilitador como el aprendiente deben contar con las competencias requeridas no solamente en el uso de las tecnologías, sino también en el manejo de la información, el proceso de aprendizajes y la generación del conocimiento.

Interrelación de los actores del proceso de aprendizaje

El modelo pedagógico del SUVUAGro promueve un aprendizaje socio-constructivista centrado en el aprendiente, de carácter flexible ya que el aprendiente puede realizar actividades síncronas y asíncronas, las actividades programadas no requieren establecer horarios para todos los actores que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje, cada uno realiza sus actividades de acuerdo a su disponibilidad de tiempo y las pautas establecidas por el sistema de universidad virtual.

En este modelo se hace énfasis en el auto-aprendizaje del aprendiente con la orientación del facilitador y apoyado en todo

momento por un monitor académico y el responsable del soporte tecnológico, fomentando el apoyo e intercambio de conocimiento con todos los actores (Ver Figura 1).

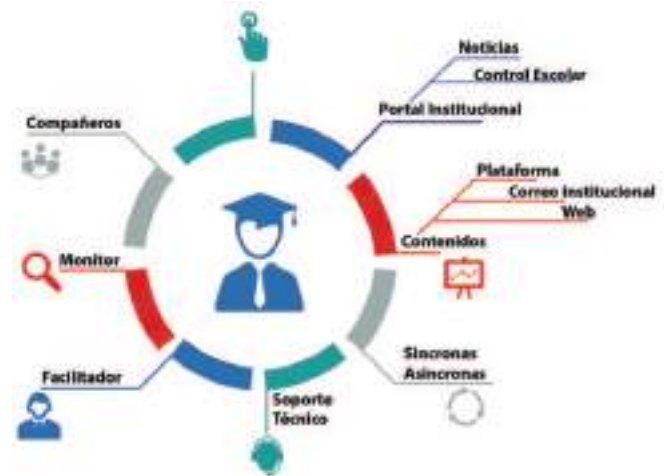


Figura 1. Modelo pedagógico del SUVUAGro (2015).

En los siguientes apartados se describen las características y funciones de los actores que intervienen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Actores del proceso de aprendizaje

Aprendiente

De acuerdo al Modelo Educativo de la UAGro y con base en el socioconstructivismo, aprendiente es el sujeto en proceso de formación, que se reconoce como un ser multidimensional y protagonista de su aprendizaje; un sujeto que construye los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que le permiten enfrentar de una manera competente y exitosa los desafíos de su contexto social e histórico, una persona que configura su proyecto de vida, al tiempo que interactúa con su contexto social y natural (Ver Figura 2).



Figura 2. Características del aprendiente del SUVUAGro (2015).

Con base en lo anterior, para el SUVUAGro, aprendiente es una persona en proceso de formación permanente que en un marco de flexibilidad y los principios de aprendizaje autónomo y autogestivo, construye y se apropia de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, mediante el uso de las TIC y aprendizaje colaborativo, capaz de adaptar y mejorar su ambiente virtual de

aprendizaje interactuando con un facilitador y un monitor académico, con base en un plan de estudios o un programa de capacitación avalados por la institución, desarrollando sus capacidades y competencias para enfrentar con éxito los problemas de su entorno social.

Facilitador

En el SUVUAGro, el docente facilitador es uno de los elementos primordiales para el logro de los objetivos del proceso de aprendizaje. En un ambiente de educación virtual o a distancia, el profesor o docente es un facilitador, ya que desarrolla habilidades en el ámbito de la comunicación y la forma de evaluar, brindando otro esquema dentro de un ambiente de educación hacia los aprendientes. El facilitador está consciente que los aprendientes se deben ver involucrados en la adquisición de diferentes habilidades en un proceso de pensamiento complejo. La manera de presentar o proporcionar la información a los aprendientes requerirá de la habilidad del facilitador para utilizar las tecnologías de información que haya seleccionado y las utilice como herramientas en el proceso enseñanza aprendizaje. El facilitador se involucra en el diseño del contenido del curso, ya que en él se verá reflejado que los aprendientes desarrollen habilidades de aprendizaje y también conforme se vaya desarrollando el curso propiciará la comunicación y colaboración entre los aprendientes con el facilitador o con sus mismos compañeros. Las estrategias de diseño y la presentación del material del curso permitirán que el aprendiente adquiera un desarrollo individual reflexivo y comparativo con otros puntos de vista, por lo que la metacognición será reforzada y dará como resultado un buen aprendizaje.

El facilitador entonces, es el docente con formación interdisciplinar, pedagógica, académica, social, organizativa y tecnológica, que genera soluciones e innovaciones educativas mediante los entornos virtuales de aprendizaje, actúa como mediador en el proceso de adaptación académica y tecnológica para la formación integral de sus aprendientes, facilitando materiales educativos en línea que promuevan el desarrollo de sus competencias, proporcionándoles la asesoría y retroalimentación necesaria durante todo este proceso (Ver Figura 3).



Figura 3. Funciones del facilitador en el SUVUAGro (2015).

Es un catalizador de talentos que utiliza activamente redes virtuales de aprendizaje para generar, compartir y difundir el conocimiento, contribuyendo a la realización de proyectos educativos, con sus pares y aprendientes, convirtiéndose en un miembro activo de la sociedad del conocimiento [7].

En ambas funciones el facilitador deberá escuchar e involucrar en lo posible al aprendiente, para hacer de éste co-responsable de su propio compromiso de autoaprendizaje. Al desempeñar estas funciones, el facilitador cambia su papel de transmisor y único evaluador, que decide el qué y el cómo del proceso, a un papel de planeador y diseñador, facilitador y guía, que comparte las

decisiones del proceso. Es éste un papel imprescindible, de capital importancia, más demandante que el papel tradicional, ya que exige del facilitador habilidades adicionales y diferentes a las requeridas en el proceso educativo tradicional.

Monitor Académico

El monitor académico es un enlace entre el aprendiente, el facilitador y el SUVUAGro, asume el papel de orientar, guiar y motivar apoyando a superar obstáculos de orden cognoscitivo y afectivo para disminuir el abandono o bajo rendimiento académico. El monitor se convierte así en una figura preponderante en este modelo, ya que es un dinamizador del proceso de enseñanza-aprendizaje, un motivador y guía de aprendientes y facilitadores para favorecer el trabajo y realizar un seguimiento personalizado de los actores mencionados.



Figura 4. Funciones del monitor académico en el SUVUAGro (2015).

El monitor académico da seguimiento a la gestión académico-administrativa de los facilitadores, atiende y resuelve problemas que puedan suscitarse en el uso del campus virtual por parte de facilitadores y aprendientes, genera reportes de la gestión académica-administrativa de los facilitadores de las aulas virtuales, genera reportes específicos, en atención a las solicitudes del SUVUAGro, identifica necesidades de herramientas de gestión académico-administrativa del campus virtual e informa de las actividades programadas durante el curso (Ver Figura 4).

CONCLUSIONES

Enfocar al aprendiente como un ser creativo, con habilidades y talento requiere de un facilitador con una visión crítica y más responsable que la del docente tradicional. Debido a que no solo proporciona una atención individual o provoca momentos de trabajo colaborativo sino que debe desarrollar la competencia de profundizar en las inteligencias múltiples para orientar a los aprendientes en las actividades a realizar. Desde una perspectiva crítica y constructivista requiere que la plataforma de aprendizaje sea flexible para adaptar diferentes estrategias planeadas al diseñar el curso y tener las competencias para trabajar el aprendizaje situado, por ejemplo con aprendientes de diferentes carreras como lograr un aprendizaje interdisciplinar para resolver un problema en común según su contexto.

Esta motivación de aprendizaje situado permitirá generar un nuevo aprendizaje colaborativo intercultural. Los actores del proceso de aprendizaje deben de ser proactivos y críticos haciendo una reflexión constante para poder desarrollar alternativas para la sociedad.

El desarrollo del pensamiento complejo de los actores del proceso de aprendizaje se logrará siempre y cuando se identifique que el dialogo intercultural de saberes en ambientes virtuales genera un conocimiento intercultural y transdisciplinar. Las IES debemos por lo tanto definir estrategias de formación y actualización que permitan fomentar una cultura digital a los actores y que tenga impacto en su contexto social.

REFERENCIAS

- [1] UNESCO (2011). ICT Competency Framework for Teachers Version 2.0.
- [2] UNESCO (2010). Towards Inclusive Knowledge Societies. Recuperado abril de 2016, de, <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/resources/publications-and-communication-materials/publications/full-list/towards-inclusive-knowledge-societies-a-review-of-unescos-action-in-implementing-the-wsis-outcomes/>
- [3] UNESCO. Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI. Paris, Francia. 1998.
- [4] UNESCO. Hacia las sociedades del conocimiento. 2005.
- [5] UNESCO. Conferencia Mundial sobre la Educación Superior 2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo. Paris. 2009.
- [6] PND (2013-2018). Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018.
- [7] Marmolejo, E. (2012). Los retos del docente 3.0, Matecompu 2012. Ed. Educación Cubana. ISBN 978-959-18-0775-5.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016
Memorias.

APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN TÉCNICAS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN PARA DETERMINAR QUE PRODUCTO AGRÍCOLA ES MÁS ADECUADO PARA LA SIEMBRA.

Jhon Alexander Chacón Torres
Universidad Distrital F.J.C.
Bogotá, Colombia
jhachacont@correo.udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Guerrero
Universidad Distrital F.J.C.
Bogotá, Colombia
rrodriguezg@udistrital.edu.co

ABSTRACT

This article presents the development of a mobile application based on precision farming techniques in order to determine by means of climatic factors and georeferencing possible agricultural products that may grow or grow in a given sector, offering the possibility of technological tools that allow the optimization of the productive farmland, making possible the expansion of knowledge and sustainable development.

In addition to implement different features which can help both farmers in trade as natural persons, are features are: the calculation hectares, the calculation of seeds and consultation of current climate and information products that are determined by the

location and climate.

RESUMEN

Este artículo presenta el desarrollo de una aplicación móvil basada en técnicas de agricultura de precisión con el fin de determinar por medio de factores climáticos y de Georreferenciación, posibles productos agrícolas que se puedan cultivar o sembrar en un sector determinado, ofreciendo la posibilidad de tener herramientas tecnológicas que permitan la optimización de los campos productivos agrícolas, haciendo posible la expansión de conocimientos y desarrollo sostenible.

Además de implementar diferentes funcionalidades las cuales pueden ayudar tanto a los agricultores de oficio como a personas naturales, estas funcionalidades son el cálculo de hectáreas, el cálculo de semillas y la consulta de clima actual e información de los productos que se determinaron por medio de la ubicación y su clima.

Categories and Subject Descriptors.

K.4 COMPUTERS AND SOCIETY: General

General Terms.

Theory and Practice

Palabras clave:

Aplicación móvil, Agricultura de precisión, Factores climáticos, Productos agrícolas.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Keywords

Mobile application, precision agriculture, Climate factors, Agricultural products.

I. INTRODUCCIÓN

En diferentes zonas territoriales de Colombia y de otros países los agricultores presentan dificultades al momento de cultivar sus productos, esto se debe a las variaciones del clima las cuales permiten el proceso normal o inestable de las cultivaciones agrícolas [1], debido a la inestabilidad del clima los cultivos agrícolas tienden a modificar su proceso de desarrollo generando que estos sean una mala inversión como por el contrario sean una buena cosecha.

Las variaciones del clima han dejado de ser constantes y cíclicas en muchas zonas territoriales colombianas debido al desarrollo global, lo que genera que el proceso de transcendencia del clima en los campesinos se altere, perjudicando tanto la cultivación agrícola como el provecho o la remuneración que ellos obtienen.

Los campesinos han seguido una línea de trascendencia en la agricultura de uno o dos productos agrícolas solo en un sector de tierra, lo que hace que siempre se trate de cultivar el mismo producto por mucho tiempo y al no tener muchas posibilidades de estar conectados con algún medio que les brinde información puntual sobre el estado del clima y los posibles productos agrícolas adecuados al sector al momento de querer realizar el proceso de la cultivación agrícola, se sigue con un proceso constante que no les permite a los campesinos aprovechar la siembra y producción de otros productos agrícolas.

II. CONCEPTOS

A. Cultivación agrícola

La cultivación agrícola es sin duda uno de los procesos más importantes y de mayor impacto en las sociedades, pues este permite que las sociedades y en general las personas tengan un ritmo de vida constante, esto debido a que este proceso permite la dotación y abastecimiento de alimentos frescos y de calidad para el consumo diario, además es generadora de empleo para muchos agricultores carentes de recursos.

La disponibilidad de suelos aptos, de suficiente tierra y de los demás recursos naturales, como el agua, los bosques y el clima, constituye una invaluable oportunidad, una indiscutible ventaja estratégica y una sólida base para el desarrollo dinámico de la agricultura colombiana [2]. Sin estos elementos el proceso de la cultivación agrícola de diferentes productos puede verse

afectado, porque, el hecho de contar con los diferentes elementos antes mencionados hace posible que el rendimiento de productos agrícolas sea más óptima y de mejores resultados, además hace que las cosechas se encuentren en un ambiente armónico donde su proceso de desarrollo y crecimiento puede ser más favorable que en otras zonas territoriales que no cuentan con las mismas condiciones.

B. Factores climáticos

Los factores climáticos permiten el crecimiento normal de los cultivos agrícolas, y con el cambio permanente de éste la cultivación agrícola se ve afectada directamente, aunque existen agricultores que tratan de mitigar los cambios del clima, estos no pueden garantizar que las pérdidas sean bajas, pues las diferentes oleadas de calor que se pueden presentar durante los trascursos de crecimiento de los cultivos generan una mala calidad de producto [3].

Las altas temperaturas generan un incremento de la absorción del vapor de agua que se encuentra en el aire haciendo que se necesite satisfacer la demanda de agua desde alguna fuente cercana, si el factor climático genera grandes demandas de evaporación, puede que este minimice y reduzca las reservas que en los siguientes periodos de cultivación sea necesaria [4]. Esto indica que la reseca de la tierra por parte de las oleadas de calor, hace que se necesite tener una fuente constante que permita el regado y control de la temperatura, para que la producción agrícola no se marchite, pero en ocasiones el calor del verano es muy intenso lo que causa que las fuentes o posos de reserva de agua disminuyan o se sequen generando que los cosechas sufran marchitado o afección de su proceso de desarrollo.

En Colombia las estrategias de los fenómenos climáticos ha generado la implementación de diferentes métodos de cultivación para la producción agrícola, algunos de métodos utilizados son el sistema de camas elevadas, cultivación hidropónica y la más utilizada la creación de invernaderos, cada uno de estos sistemas permite la intervención de los diferentes fenómenos que se pueden presentar en el país.

Debido a que en Colombia hay diferentes sectores para la cultivación de los productos se generan variantes respecto a los terrenos y los estados del clima según la ubicación geográfica, para tratar de satisfacer la necesidad de cultivación sin importar la zona. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia dio el apoyo decidido para iniciar los trabajos con invernaderos altamente tecnificados en diferentes condiciones climáticas de nuestra geografía; para ello, Corpoica estructuró un proyecto de fortalecimiento de su capacidad de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en este tipo de ambientes y en centros de

investigación localizados en los diferentes pisos térmicos de Colombia [5].

C. Datos impacto cambio climático en la producción agrícola en Colombia

Se estima que para el 2050, la temperatura promedio anual aumente en promedio 2.5 °C, alcanzando un máximo de 2.7 °C en el departamento de Arauca y un mínimo de 2 °C en los departamentos de Chocó y Nariño. El impacto en la agricultura posiblemente será severo en las regiones o cultivos que experimenten aumentos de temperatura superiores a los 2.5 °C (Cuadro 1) [6].

Cuadro 1. Datos de producción en arroz climático promedio para algunos cultivos colombianos, reportados por áreas de producción.

Cultivos	Datos actuales (2010) (t/ha)				Los cultivos tendrán aumentos de temperatura de 2.5°C				Los cultivos tendrán aumentos de temperatura de 2.7°C			
	Area (ha)	Producción (t/ha)	Producción (t/ha)	Producción (t/ha)	Area (ha)	Producción (t/ha)	Producción (t/ha)	Producción (t/ha)	Area (ha)	Producción (t/ha)	Producción (t/ha)	Producción (t/ha)
Arroz	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Maíz	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Soja	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Trigo	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Alfalfa	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Caña de azúcar	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Uva	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Maní	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Arroz (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Maíz (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Soja (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Trigo (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Alfalfa (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Caña de azúcar (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Uva (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Maní (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Arroz (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Maíz (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Soja (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Trigo (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Alfalfa (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Caña de azúcar (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Uva (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0
Maní (total)	100	10.0	10.0	10.0	100	9.5	9.5	9.5	100	9.0	9.0	9.0

Fuente: [6].

Cuadro 2. Relación entre anomalías climáticas y rendimiento comercial anual en Colombia.



Fuente: [7].

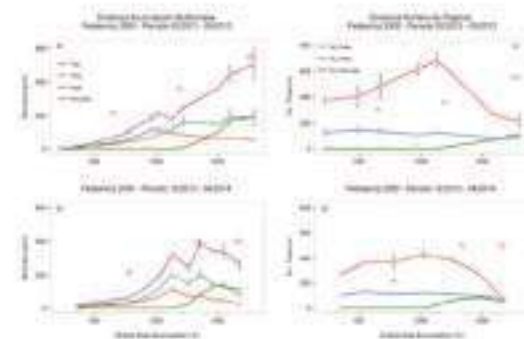
Cuadro 3: Diferencia en la producción de arroz con una influencia del 35% por variabilidad climática



Fuente: [7].

Las dos siembras estuvieron bajo el mismo manejo agronómico, por lo tanto la variabilidad del rendimiento fue causado por factores netamente climáticos [8].

Cuadro 4: Dinámicas de producción de biomasa y de número de órganos para la variedad Fedearroz 2000 en la localidad de Saldaña Tolima, para los periodos 05/2013-09/2013 y 12/2013-04/2014. Datos generados para la calibración del modelo.



Fuente: [8].

D. Agricultura de precisión

Se refiere al conjunto de técnicas orientado a optimizar el uso de los insumos agrícolas en función de la variabilidad espacial y temporal de la producción agrícola, es el término utilizado para describir el aumento de la eficiencia en la administración de la agricultura, además es una tecnología en desarrollo que modifica técnicas existentes e incorpora otras nuevas para producir un nuevo conjunto de herramientas a ser manejadas por el usuario [9].

El Sistema de Posicionamiento Global ("Global Positioning System" - GPS) es un sistema de navegación compuesto de una flotilla de satélites puestos en órbita por el Departamento de Defensa de los

Estados Unidos, y sus estaciones en tierra firme. Usando GPS, uno puede determinar automáticamente su posición (latitud y longitud) en la tierra. Funciona continuamente en todas partes del mundo y es disponible a todos libre de cargos [10].

El sistema de Georreferenciación es una buena técnica ya que permite la ubicación y la obtención de mapas e imágenes de lugares específicos o de sitios que las personas quieren obtener, para determinar cómo se ve el territorio o ubicar cosas desde otras perspectivas, este puede ser adquirido por medio de coordenadas o por el sistema de posicionamiento global GPS.

E. Herramientas aplicadas

Para el desarrollo se aplicaron diferentes herramientas que son usadas en el campo de la agricultura, estas herramientas por el hecho de ser tecnológicas o a fines hacia el desarrollo tecnológico y que son aplicadas en la agricultura son consideradas como parte de la agricultura de precisión.

Las técnicas utilizadas son:

GPS o Georreferenciación.

Obtención del clima.

Calculo de hectáreas.

Calculo de semillas por hectárea.

Información acerca de cada producto agrícola.

Uso de herramientas como Android Studio Sqlite, Php, Mysql.

III. CASO PRÁCTICO: APLICACIÓN MÓVIL BASADA EN TÉCNICAS DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN PARA DETERMINAR QUE PRODUCTO AGRÍCOLA ES MÁS ADECUADO PARA LA SIEMBRA

Los agricultores de oficio o personas que se dedican a realizar actividades de cultivación hogareña o empresarial por simple interés siempre están sometidos a las variaciones que pueden incidir al momento de querer cultivar algún producto agrícola, una de estas variaciones pueden ser los factores climáticos, donde la

elección de una semilla a cultivar tiene que ser seleccionada dependiendo del tipo de clima necesario para que esta germine, además de saber si la zona donde se planea cultivar es apta para realizar el proceso de cultivación, esto debido a que si una semilla es de tipo frío pero se planea cultivar en una zona de clima caliente el proceso de germinación y desarrollo se verá ha afectado, haciendo que esta pueda o no germinar de manera adecuada y que la cosecha o fruto que arroje sea de mala calidad o no se desarrolle.

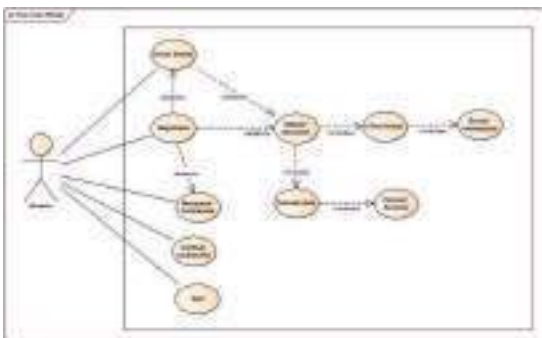
Debido a esto se propuso la creación de una aplicación móvil que permitiera a los usuarios finales por medio de diferentes herramientas determinar que producto agrícola es más adecuado para el sector donde el usuario se encuentra haciendo uso de las herramientas tecnológicas disponibles dentro del campo de la agricultura de precisión, además de determinar que producto agrícola es más adecuado, permite que los usuarios puedan conocer y calcular tanto el porcentaje de semillas para utilizar en las áreas a sembrar como el clima en el que se encuentran, además de proveer información relevante sobre la selección que el usuario final escoja, todo esto promoviendo y fomentando el uso de las nuevas herramientas de forma interactiva para que el usuario se sienta más acogido a nuevas formas y fuentes de información precisas.

Para el desarrollo de esta propuesta se utiliza como guía la metodología de desarrollo **RUP” RATIONAL UNIFIED PROCESS”** la cual permitió delimitar los puntos y fases para la creación del proyecto. Esta metodología de elaboración de software fue seleccionada debido a que permite de manera iterativa realizar procesos los cuales se unen para dar un resultado factible.

La aplicación desarrollada permite que el usuario final “Agricultor o persona natural” pueden tener a la mano un herramienta con la cual pueden acceder a diferentes opciones, se podrá calcular la posición real mediante el uso de GPS o Georreferenciación, además de esto el usuario final podrá seleccionar las hectáreas que dispone para el sembrado, además de saber el clima actual y mediante de esta opción calcular que productos agrícolas pueden ser cultivados en el sector.

Al identificar que los “agricultores o personas naturales” pueden tener problemas debido a variaciones climáticas en sus cultivos, se procede a desarrollar una aplicación que permita a estos usuarios finales acceder a un sistema donde pueden encontrar diferentes opciones desde ubicar su posición pasando por cálculo de semillas, clima y terminar por la información de un producto agrícola en la Imagen 1 se puede observar el modelo de casos de uso.

Imagen 1. Modelo de casos de uso.



Fuente: Autores.

Dentro del campo de la agricultura de precisión se pueden encontrar diferentes herramientas que pueden ser utilizadas para generar información más precisa, el desarrollo de la aplicación tiene como objetivo calcular la posición actual del usuario y a partir de esta información calcular datos que permitan a los usuarios determinar diferentes opciones o simplemente brindar información (ver Imagen 2).

Imagen 2. Activity donde el usuario puede realizar procesos ubicación y cálculo de área.



Fuente: Autores.

Como se observó en la Imagen 3 la aplicación muestra la ubicación actual del usuario y a partir de esta se pueden generar distintas opciones. Una vez el usuario es ubicado podrá marcar las áreas que desea sembrar y partir de esa información y las preferencias de la persona en cuanto a distancias de cada semilla se podrá calcular el número máximo de semillas que tiene que utilizar para esa área.

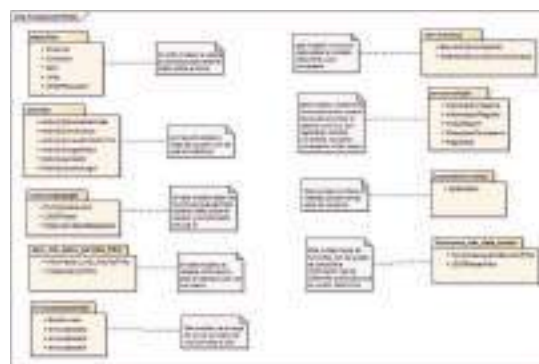
Además, con la ubicación que se obtiene el usuario podrá acceder a la temperatura actual y desglosar una opción donde si lo prefiere puede calcular que productos agrícolas que están dentro de este rango de temperatura o por el contrario si él sabe que el maíz requiere cierta temperatura para su desarrollo podrá

ingresarla y se determinara que otros productos requieren de el mismo valor, esto con el fin de dar nuevas opciones y posibilidades al momento de realizar la elección.

A. Arquitectura

La Imagen 3 muestra las carpetas que contienen los componentes de la aplicación móvil desarrollada, el desarrollo de la aplicación se realizó con Sndroid Studio, Sqlitey diferentes api's No contiene las funciones utilizadas para obtener informacion de los productos y Log In mediante php y sentencias Mysql.

Imagen 3. Component Model donde se pueden observar las carpetas contenedoras de las actividades y funciones de la aplicación.

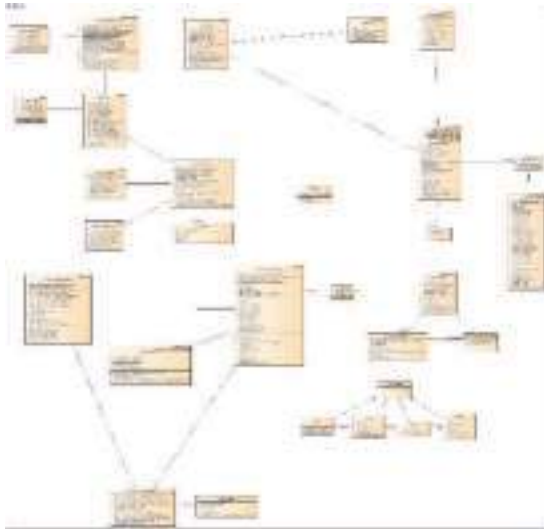


Fuente: Autores

B. Diseño e implementacion

En la Imagen 4. Se puede observar el diagrama de clases y todos sus componentes que permiten el correcto funcionamiento de la aplicación, el modelo No contiene las funciones utilizadas para obtener informacion de los productos y Log In mediante php y sentencias Mysql.

Imagen 4. Diagramas de clases donde se observan las relaciones y las funciones de cada actividad.



Fuente: Autores

IV. CONCLUSIONES

La agricultura de precisión cada día toma un papel más importante para las personas dedicadas a la producción agrícola, debido a que las nuevas herramientas tecnológicas disponibles hacen que estas personas tengan una gran variedad de opciones que pueden aplicar a sus cultivos para mejorar la cosecha y producción.

Con el surgimiento de nuevas herramientas tecnológicas surge la posibilidad de mejorar los procesos y formas como se llevaba la cultivación de los agricultores, estas herramientas han permitido que agricultores tengan una mayor fuente de información sobre, producción, siembra, e información de otros productos además de los que siempre trabajan.

La utilización de las nuevas herramientas tecnológicas que están disponibles, ha permitido darle paso al concepto de agricultura de precisión donde la tecnología se fusiona con el conocimiento de la agricultura con el fin de hacer que los cultivos sean más productivos, es decir la agricultura de precisión permite a los agricultores hacer más preciso sus procesos a la hora de sembrar, en la aplicación desarrollada y mostrada anteriormente se da cuenta como el uso de herramientas tecnológicas permite a los cultivadores calcular con más precisión la cantidad de semillas que van a requerir como también conocer la temperatura e información de una serie de productos agrícolas.

Para finalizar, es evidente que la agricultura y las herramientas tecnológicas tienen que ser más aprovechadas, debido a que con el aumento de la población es imprescindible el uso adecuado y

optimización de los recursos, además esto permite que los agricultores generaren mayores ingresos y una mejor cosecha ya que para sembrar un espacio determinado se tiene la posibilidad de hacer un cálculo aproximado lo que permitirá a los agricultores ir bajando sus gastos de proceso.

REFERENCIAS

- [1] N. S. A. Alejandra Coronel, «Eventos Climáticos Extremos: riesgo que acecha a los Productores Agrícolas,» agromensajes, 2010.
- [2] Á. B. H. J. L. Juan José Perfetti, «Políticas para el desarrollo de la,» La Imprenta Editores S.A., pp. 1-29, 2013.
- [3] M. A. A. y. C. I. Nicholls, «Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas,» agroecología, 2009.
- [4] «noticias investigacion,» 17 6 2013. [En línea]. Available: http://www.uhu.es/vic.investigacion/ucc/index.php?option=com_content&view=article&id=1435:como-afectan-los-factores-climatologicos-a-la-produccion-de-la-fresa&catid=56:grupos-de-investigacion&Itemid=23.
- [5] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, «TECNOLOGÍA PARA EL CULTIVO DE TOMATE BAJO CONDICIONES PROTEGIDAS,» corpoica, pp. 3-20, 2013.
- [6] Lau, C.; Jarvis, A.; Ramírez, J. 2011. Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático. CIAT Políticas en Síntesis no. 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4 p.
- [7] C. C. C. Min Agricultura, «aclimatecolombia,» [En línea]. Available: <http://www.aclimatecolombia.org/download/Investigacion%20Uno/Socializacion%20ResultadosFINAL.pdf>. [Último acceso: 21 6 2016].
- [8] C. C. C. Min Agricultura, «aclimatecolombia,» [En línea]. Available: <http://www.aclimatecolombia.org/download/Investigacion%20Uno/Revista%20Final.pdf>. [Último acceso: 21 6 2016].
- [9] J. R. Ruiz, «agricultura de precision,» atagua, 2011.
- [10] J. R. Rey, «El Sistema de Posicionamiento Global - GPS,» university of florida, pp. 1-7, 2010.

Desarrollo de instrumentación de bajo costo para la evaluación sensorial de la calidad de productos

Claudia Andreina Cantú
Ramírez

Universidad Autónoma de Guerrero
Facultad de Ingeniería
Chilpancingo, Guerrero México
Tel. 52-7471333554
wtd.tantakatan@gmail.com

Gustavo Adolfo Alonso
Silverio

Universidad Autónoma de Guerrero
Facultad de Ingeniería
Chilpancingo, Guerrero México
Tel. 52-7471122838
gsilverio@uagro.mx

Raúl Bruno Sánchez

Universidad Autónoma de Guerrero
Facultad de Ingeniería
Chilpancingo, Guerrero México
Tel. 52-7471229692
rbruno@uagro.mx

RESUMEN

El análisis sensorial en el control de los alimentos, con frecuencia esta disciplina es considerada como “poco seria” y que proporciona datos de “interés científico dudoso”, puesto que los métodos sensoriales han sido menospreciados por no considerarse suficientemente objetivos ya que a diferencia de otras técnicas analíticas es el panel de evaluadores “el instrumento” mediante el cual se obtienen los resultados. En este trabajo se desarrolló un instrumento que permite la evaluación sensorial y así conocer el nivel de calidad de un producto, específicamente hojuelas de maíz, el atributo a tomar en cuenta de las características organolépticas es la crujencia, la cual produce diferentes intensidades de sonido cuando las hojuelas son trituradas. El sistema cuenta con material de fácil acceso y algunas piezas fueron hechas con impresión 3D para poder construir un ambiente controlado y de bajo costo, el diseño con el que cuenta facilita su uso debido a su interfaz intuitiva y todo el proceso de triturado está automatizado. Se tomaron tres muestras diarias en un periodo

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

de 15 días, posteriormente se realizó un análisis de los datos obtenidos y con el fin de obtener información cuantificable por medio de la transformada de Fourier.

ABSTRACT

The sensorial analysis in food has been used as main tool for quality control but this discipline is consider superficial, and provides data of "dubious scientific interest", since sensory methods have been slighted by not considered sufficiently objective because unlike other analytical techniques, the panel of evaluators is the "instrument" by which the results are obtained.

In this work an instrument for sensory evaluation to know the level of quality of a product, namely corn flakes, was developed. The attribute to take account of the organoleptic characteristics is the crunch, which produces different sounds when flakes were crushed.

The system was built with easy access material and some pieces were made with 3D printing, the design that has easy to use due to its intuitive interface and all the grinding process is automated. Three daily samples were taken over a period of 15 days, then an analysis of the data obtained and in order to obtain quantifiable information the Fourier transform was used.

Palabras clave

Calidad, instrumentación, crujencia, 3D, sonido, trituración, transformada de Fourier.

Keywords

Quality, instrumentation, crunch, 3D, sound, trituration, Fourier transform.

INTRODUCCIÓN

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. El análisis de las propiedades sensoriales, se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos. [1]

A pesar de la reconocida validez del análisis sensorial en el control de los alimentos, con frecuencia esta disciplina es considerada por muchos como “poco seria” y que proporcionan datos de “interés científico dudoso”. Han sido menospreciados por no considerarse suficientemente objetivos ya que a diferencia de otras técnicas analíticas es el panel de evaluadores “el instrumento” mediante el cual se obtienen los resultados es de carácter subjetivo. [2]

La calidad total de un producto, debe ser analizada por los atributos que la componen con las que son percibidas por los sentidos (calidades sensoriales) pueden ser definidas por dos grupos.

- 1) Físico (vista, audición, tacto, temperatura).
- 2) Químico, en este se establece un contacto entre las moléculas de algunas especies químicas y un órgano o receptor que recibe el estímulo.

Los estímulos para los sentidos físicos presentan la distinción importante de permitir la medición instrumental, ya sea cuantitativa o cualitativa. Consecuentemente el estudio, desarrollo y aplicación de los métodos y procedimientos para la realización de la evaluación sensorial de alimentos y bebidas, han sido un objetivo constante, por construir una herramienta predictiva de la actitud que asumirán los consumidores, ante su calidad. [2]

Existen instrumentos que indicaran con precisión las longitudes de onda de la luz o el sonido o las temperaturas que esas personas están experimentando, un ejemplo de estos equipos son el PCE-EM882 y el PCE-SDL 1.

Los equipos antes mencionados son costosos y necesitan de personal especializado que entienda su funcionamiento para poderlos utilizar.

Con el fin de proporcionar un sistema que sea controlado por usuarios comunes, se desarrolló un instrumento que permite la evaluación sensorial, contara con una interfaz intuitiva y automatización del proceso de triturado que proporciona diferentes intensidades de onda de sonido para posteriormente ser analizadas.

OBJETIVOS

Diseñar y construir un sistema capaz de triturar muestras de cereales para así poder hacer un análisis sensorial objetivo. El parámetro que sea desea cuantificar es la “*crujencia*”. Dicha medición se planea llevar a cabo adquiriendo el sonido de trituración de las hojuelas de cereal para posteriormente procesar el sonido y obtener un valor característico del nivel de “*crujencia*” y así correlacionarlo con la “*frescura*” del cereal.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

A continuación, se explica la metodología de construcción de un sistema que evalué la calidad de productos alimenticios a través del sonido, haciendo uso de componentes de fácil acceso y

sencillos de utilizar. En el presente trabajo el producto alimenticio evaluado fueron hojuelas de maíz.

El primer paso fue la creación de un instrumento que permita la trituración de las hojuelas a evaluar y capturar el sonido que se produce. Para ello se ideó un mecanismo en donde al hacer girar un engrane se deja caer un riel de metal dentro de un cámara de trituración, la cual contiene hojuelas y permite la capturar el sonido generado.

Para hacer girar el engrane se utilizó un motor a pasos bipolar con su driver correspondiente, el cual permite controlar el movimiento del eje motriz y determinar el número de pasos y la dirección de éste. Se utilizó un driver L298N, el cual se conecta a las entradas digitales de una placa Arduino Uno, y es alimentado por una fuente de energía que proporciona el voltaje necesario para que el motor funcione.

En la plataforma Arduino se codificó el número de pasos que el motor debe avanzar y retroceder. Esta tarea fue fácilmente realizada debido a que Arduino es una plataforma de desarrollo de software y hardware libre, por lo que existen múltiples ejemplos de su conexión con el driver L298N, a su vez, toda la documentación de dicho driver se encuentra disponible en la página ELECTRONICLAB Ingeniería y Diseño Electrónico. [3]

El eje motriz del motor fue colocado un engrane de 25 dientes, el cual cuenta con una anchura de cara de 2.54 cm, un paso diametral de 8 mm y un ángulo de presión de 20°.

Este engrane permite deslizar una cremallera de 16.256 cm para lo cual dicha cremallera debe tener los mismos valores de anchura de cara, paso diametral y ángulo de presión que el engrane para lograr que embonen de manera correcta.

Tanto el motor, como el engrane y la cremallera se encuentran apoyadas en una pieza de madera a diferentes alturas, en el caso del motor se encuentra a 25.4 cm de la base y el caso de la cremallera a 20.955 cm. A su vez, la cremallera sostiene en uno de sus extremos un riel de metal pesado con longitud de 16.256 cm el cual, al moverse la cremallera, cae dentro de la cámara de triturado.

La cámara de triturado, el engrane y la cremallera fueron diseñados e impresos utilizando el software FreeCAD y una impresora 3D Leonardo 1.

Para el procesamiento de las señales de sonido se utilizó Matlab 2015. Una de las ventajas de este software es que nos permite el control de la placa Arduino a través del puerto serial, facilitando las tareas de movimiento del motor. Además, permite la creación automática de un documento .xlsx en el que se almacenan los datos obtenidos del micrófono para su posterior análisis y comparación para referencia del esquema de este instrumento (ver figura 1).

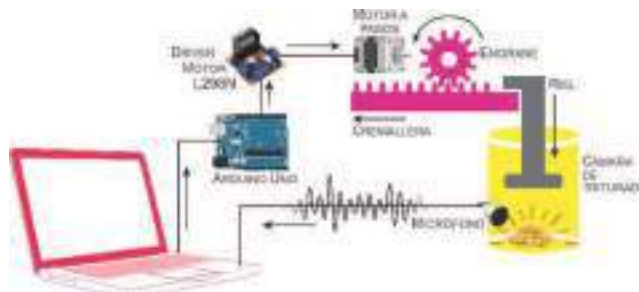


Figura 1. Esquema del instrumento de trituración.

Una vez creado este instrumento, se procedió a la etapa experimental. Las pruebas realizadas consistieron en tomar muestras de 0.3 g. de hojuelas de maíz y triturarlas almacenando los registros del audio generado. Este se realizó durante 15 días, tomando 3 muestras diarias.

La herramienta analítica que se usó para procesar el audio, fue la Transformada de Fourier, con la cual se obtuvieron los armónicos de la señal de sonido para después obtener los máximos niveles de amplitud y las frecuencias a las que ocurrían dichos máximos.

RESULTADOS

El sistema está compuesto de una cámara de triturado impresa con tecnología 3D, un embolo que es sostenido por un riel, el embolo cae cuando el riel se mueve, el motor a pasos conectado al Arduino y el micrófono encargado de capturar el sonido están controlados por una interfaz desarrollada en Matlab2015 véase figura 2.



Figura 2. Sistema desarrollado para la medición de la crujencia.

En la figura 3 se muestra la señal de sonido adquirida por el sistema desarrollado en el presente trabajo.

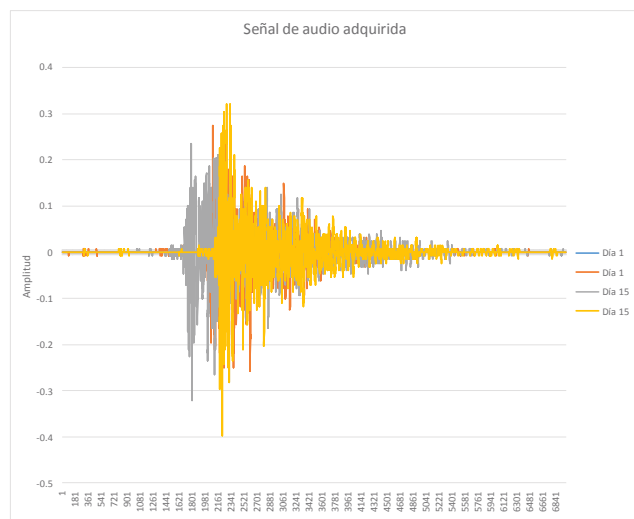


Figura 3. Señal de audio del primer día y el día 15.

Con el fin de obtener información cuantificable, se decidió analizar la señal de audio, con la herramienta transformada de Fourier, que como ya se ha explicado anteriormente, se ha utilizado en trabajos previos para encontrar información útil en los armónicos de una señal de audio. Para el presente trabajo lo que se buscó fueron los niveles máximos de cada una de las repeticiones que se hicieron durante los 15 días. En la figura 4 se puede observar las transformadas rápidas de Fourier de los días 1 y 15.

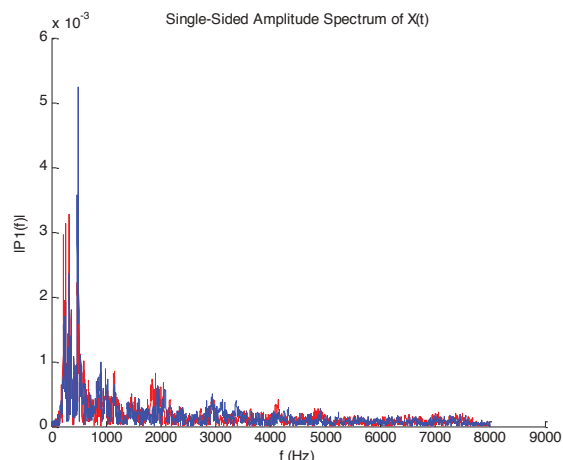


Figura 4. Transformada rápida de Fourier de la señal de audio del día 1 (línea azul) y 15 (línea roja).

En la tabla 1, se puede observar los valores de frecuencia y amplitud máximos para los 15 días en los que se realizaron las pruebas. Por cada día se llevaron a cabo tres ensayos, por lo que los valores representados en dicha tabla es el promedio con $n=3$.

Tabla 1. Frecuencias y Amplitudes máximas de la transformada de Fourier aplicada a la señal de sonido, de cada una de las muestras.

Día	F(Hz)	Amplitud FFT $\times 10^{-3}$
1	407.5	4.3
2	400	3.2
3	397.5	3.7
4	344	2.2
5	279	3.0
6	262	4.3
7	262	2.4
8	279	3.0
9	236	4.9
10	211	3.8
11	226	2.3
12	212	3.5
13	219.5	4.3
14	219	4.2
15	340.5	2.6

En la figura 5, se presenta la gráfica de la variación que hay entre la amplitud máxima de la FFT y los días de los ensayos.

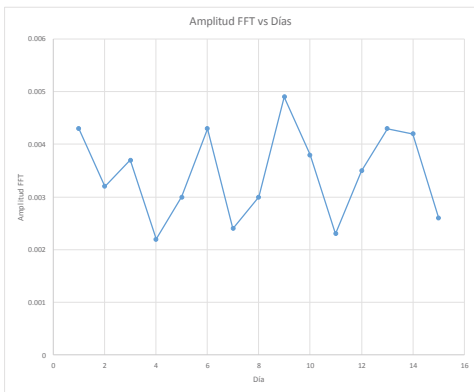


Figura 5. Resultado promedio (n=3) de la amplitud máxima de la transformada de Fourier con respecto a los días de prueba.

A continuación, se muestra la gráfica (ver figura 6) de la relación entre la Amplitud máxima de la FFT y la frecuencia. Donde los círculos más pequeños corresponden a los primeros días de las pruebas y los círculos más grandes corresponden a los últimos días.

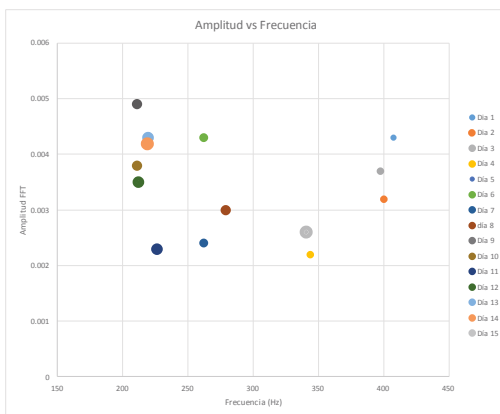


Figura 6. Relación entre amplitud y frecuencia de las pruebas realizadas durante 15 días.

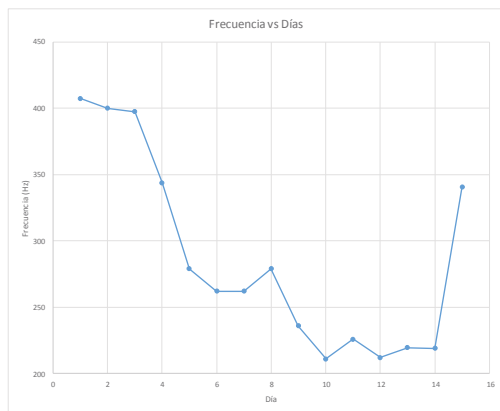


Figura 7. Variación de la frecuencia obtenida con la FFT de cada ensayo con respecto al paso de los días.

En la figura 7, se presentan las diferentes frecuencias a la que ocurrieron las amplitudes máximas obtenidas por la FFT de cada ensayo de cada día de prueba. Es importante recalcar que cada punto mostrado en la gráfica representa un promedio de tres trituraciones que se realizaron para un día en específico.

Podemos notar que de las tres graficas presentadas, la que aporta mayor información sobre nivel de crujencia es la gráfica de frecuencia vs días, esto ayudaría a determinar el nivel más alto de crujencia, ya que el primer día fue el día en que se abrió el paquete y por primera vez se puso en contacto la muestra con el medio ambiente.

Los resultados reportados sugieren que la mayor información útil, proviene de la frecuencia donde suceden los máximos obtenidos de la FFT, esto concuerda con la teoría ya que, en sí, el sonido son oscilaciones y dependiendo de dichas oscilaciones se pueden generar diferentes tipos de sonido. La calidad o nivel de crujencia encontrado en el presente trabajo sucede por arriba de los 400 Hz, que es donde podríamos sugerir que las hojuelas de maíz se encuentran en su punto de mayor calidad (más frescas).

CONCLUSIONES

El sistema propuesto es capaz de triturar 0.3 gramos, grabar el sonido de la trituración y analizar por medio de la transformada rápida de Fourier (FFT) dicha señal de sonido. Todo controlado desde una interfaz programada en MATLAB2015. El sistema por utilizar componentes de hardware libre, como lo es el Arduino, contribuye al desarrollo tecnológico de equipo especializado de bajo costo, ya que aún que es cierto que existen sistemas comerciales que miden el mismo parámetro (la crujencia), El hardware del sistema presentado es accesible y de bajo costo. Es importante recalcar que el sistema utiliza un software especializado, para analizar la FFT, pero hoy en día ese análisis se puede realizar en la mayoría de los lenguajes de programación de uso libre.

Por lo general la crujencia no es perceptible de un día para otro para una persona, el sistema presentado encontró diferencias en la frecuencia de un día a otro. Lo que sugiere que nuestro sistema se podría utilizar como plataforma de medición de la calidad de alimentos con características especiales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocer en gran medida a la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro.) en especial a la Unidad Académica de Ingeniería(UAI) por su apoyo proporcionado para la construcción de este sistema.

REFERENCIAS

- [1] Hernández, E. L. I. Z. A. B. E. T. H. (2005). Evaluación sensorial. *Universidad Nacional Abierta ya Distancia-UNAD. Bogotá, Colombia. 2005.[Links]*, pags. 11-12
- [2] Utset, E. Z. (2007). *Evaluación objetiva de la calidad sensorial de alimentos procesados*. R. G. T. Morales (Ed.). Editorial Universitaria, pags.11.
- [3] Cruz, A, (s. f.) *ELECTRONILAB Ingeniería y Diseño Electrónico*. <http://electronilab.co/tutoriales/tutorial-de-uso-driver-dual-l298n-para-motores-dc-y-paso-a-paso-con-arduino/>.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=n1FTOVGqKOU>

Enfoque adaptativo para la capacitación de usuarios en el sistema de “Caja de ahorro y préstamo”

Leonardo Nevarez Chavez Instituto Tecnológico de Chihuahua II Ave. de las Industrias No. 11101 Complejo Industrial Chihuahua 52 (614) 442 50 00 leonardo.nevarez@itchihuahua.edu.mx	Marisela Ivette Caldera Franco Instituto Tecnológico de Chihuahua II Ave. de las Industrias No. 11101 Complejo Industrial Chihuahua 52 (614) 442 50 00 mcaldera.tec2@gmail.com	Blanca Maricela Ibarra Murrieta Instituto Tecnológico de Chihuahua II Ave. de las Industrias No. 11101 Complejo Industrial Chihuahua 52 (614) 442 50 00 bibarrablanca@hotmail.com
--	---	--

RESUMEN

Se desarrolló para la empresa “Manuel Nevarez y Asociados, S.C.” el sistema “Caja de ahorro y préstamo”. Para capacitar a los usuarios en el nuevo sistema se usa un enfoque adaptativo, el cual les permite avanzar en los temas a su propio ritmo, adquirir el conocimiento y dominio de los temas de manera gradual para comprender los temas más avanzados y tener un conocimiento global adecuado del sistema. Esto les permite hacer un uso adecuado y óptimo del nuevo sistema.

ABSTRACT

Was developed for the company "Manuel Nevarez y Asociados, S.C." the "Savings and Loan" system. To train users on the new system an adaptive approach is applied, which allows them to advance the issues at their own pace, acquire knowledge and mastery of the subjects gradually to understand the more advanced topics and have knowledge adequate of overall system.

Categorías y Descriptores Temáticos

Applied computing [Education]: Learning management systems, E-learning, Computer-managed instruction.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Términos Generales

Aprendizaje adaptativo, LMS Moodle, capacitación para el trabajo.

Palabras clave

Adaptive learning, Moodle LMS, Moodle lesson, Moodle grouping.

Keywords

Aprendizaje adaptativo, LMS Moodle, lección Moodle, agrupamientos Moodle.

1. INTRODUCTION

Actualmente se reconoce que las tecnologías de la información y comunicación (TIC) pueden aportar elementos importantes que sirven de apoyo en los procesos de enseñanza, aprendizaje y capacitación. Se tienen muchas experiencias documentadas y exitosas del uso de las TIC para estos propósitos.

De manera específica se ha usado el concepto de “tecnología electrónica educativa” o en inglés “e-learning” para incluir una amplia gama de enfoques de digitalización, componentes y métodos de entrega de la información que son aplicados a la educación (Selwyn, 2011).

El e-learning incluye numerosos tipos de medios de comunicación que ofrecen texto, audio, imágenes, animaciones y flujo (streaming) de video, e incluye aplicaciones de tecnología y procesos tales como audio o cinta de video, TV de satélite, CD-ROM, aprendizaje basado en computadoras, intranet/extranet locales y aprendizaje basado en la Web (Tavangarian, 2004).

La evolución del e-learning ha dado lugar al concepto del “e-learning adaptive” o e-learning adaptativo. Este consiste en ajustar de manera dinámica los niveles o tipos de instrucción basado en

habilidades o preferencias personales de los estudiantes, y ayuda a personalizar la instrucción para mejorar o acelerar el rendimiento del estudiante (Oxman y Wong, 2014).

Blanco et al (2013) hacen una propuesta metodológica para desarrollar sistemas adaptativos en cursos masivos abiertos en línea. Los cursos masivos abiertos en línea, llamados “MOOC” por sus siglas en inglés (Massive Open Online Course) han tenido un gran crecimiento y han sido ofrecidos por universidades con prestigio mundial.

La arquitectura de un sistema que soporta adaptabilidad, es desarrollada por Al-Omari et al (2015). Ellos mencionan tres componentes básicos para un sistema de este tipo: a) Ambiente de aprendizaje (un LMS); b) Componente sensible basado en eventos y acciones; c) Módulo multiagente, donde cada agente es responsable de realizar tareas específicas.

Goyal et al. (2012) mencionan que la adaptación de los sistemas e-learning de acuerdo a las características cognitivas de los estudiantes es relativamente una nueva dirección de investigación en conjunción de los aspectos técnicos y pedagógicos. Y que un sistema de este tipo debe ser capaz de integrar diferentes elementos de contenido y navegación que le permitan responder a las diversas necesidades de los estudiantes.

En cuanto a los elementos generales que debe incluir un sistema adaptativo, Oxman y Wong (2014), indican que un sistema adaptativo debe tener al menos tres componentes: un modelo de la estructura del contenido que será aprendido y las relaciones entre los elementos (modelo de contenido), un medio para comprender las habilidades del estudiante (modelo de aprendiz), y un método para hacer coincidir el contenido y la manera en que será presentado al estudiante en una forma dinámica y personalizada (modelo instruccional).

El modelo de aprendiz incluye de manera principal aspectos como el conocimiento previo del estudiante, estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Estos son campos muy amplios cada uno de ellos, por ejemplo al hablar de los estilos de aprendizaje se reportan en la literatura las siguientes teorías:

- Honey y Mumford (1992)
- Keefe (1979)
- Kolb (1984)
- Felder y Silverman (1988). También conocida como FLSLM.

En los trabajos que se han revisado para la implementación de sistemas adaptativos, se ha encontrado el uso de dos teorías: Honey y Mumford (1992) y Felder y Silverman (1988). La mayoría de los autores coinciden en que la última teoría es la más adecuada para su uso en sistemas adaptativos.

Respecto a los estilos cognitivos Frias-Martínez et al (2008), indican que es un factor importante que influye en la manera en que los estudiantes realizan la búsqueda y procesamiento de la información. La teoría de estilos cognitivos dependiente de campo (FD) e independiente de campo (FI), modelo FI / FD es el adoptado con mayor frecuencia, algunos estudios reportan la utilidad del modelo en la determinación de la idoneidad del soporte al aprendizaje o diseño de sistemas de aprendizaje (Gerjets, Scheiter, Opfermann, Hesse, & Eysink, 2009; Lin, Hwang, & Kuo, 2009).

Yang et al (2013) desarrollan un sistema adaptativo que incorpora estilos de aprendizaje y estilos cognitivos. Es una aportación

importante, porque casi todos los sistemas adaptativos anteriores solo consideraban uno de los aspectos. Experimentan el sistema con grupos de estudiantes y comparan los resultados obtenidos.

Sedleniece y Cakula (2012), definen un marco teórico fundamental para crear un modelo e-learning personalizado que está basado en cuatro propiedades de personalización: estilo de aprendizaje, ontología basada en el concepto de árbol, unidades de aprendizaje y la adaptación del contenido del curso a los dispositivos utilizados.

Los sistemas adaptativos se pueden clasificar en dos grupos según su forma de creación o implementación general. Los primeros son “basados en reglas” que usan una serie de enunciados tipo “if-then”, estos están orientados principalmente a contenido y son más fáciles de comprender en términos de funcionalidad, pero son más limitados en su habilidad de adaptación. Los segundos son “basados en algoritmos” y usan fórmulas matemáticas avanzadas y conceptos de aprendizaje de máquina para adaptarse de manera más específica a los estudiantes (Oxman y Wong, 2014).

Oxman y Wong (2014) describen tres grandes áreas de crecimiento del aprendizaje adaptativo: en el entrenamiento corporativo o de empresas, en la educación elemental y secundaria, y en la educación superior. Mencionan ejemplos de sistemas que se han usado con éxito.

Para implementar un sistema de aprendizaje adaptativo se tienen varias opciones, como el desarrollo completo de la aplicación, usar algún software comercial o el uso de un software con licencia libre. Goyal et al. (2012) mencionan que se han desarrollado diferentes “Sistemas de administración del aprendizaje” (en inglés “Learning Management Systems” – LMS) basados en web que sirven para soportar el aprendizaje. Y que un sistema basado en web tiene un valioso soporte para la comunicación “cara a cara” así como una manera de transmitir el material de aprendizaje para mejorar el aprovechamiento de los estudiantes.

En los sistemas LMS se tienen opciones de sistemas con licencia libre que han sido útiles en su apoyo de los procesos educativos y que son usados ampliamente por empresas, gobiernos y escuelas. Muchos de ellos tienen complementos que se pueden agregar al núcleo básico y proporcionan funcionalidades muy interesantes en apoyo del aprendizaje.

López, Muniesa y Gimeno (2015) describen el uso de facilidades adaptativas del LMS Moodle en tres casos prácticos.

O'Donnell, Sharp y Wade (2015), hacen una revisión y evaluación de sistemas de software especializados en la creación de ambientes de aprendizaje personalizados para la incorporación de la adaptabilidad, concluyendo que no existen este tipo de sistemas que sean disponibles de manera libre en línea, o que sean usados ampliamente por los académicos en la educación superior. También concluyen que los sistemas actuales no son adecuados para autores no técnicos, principalmente por la complejidad en su uso.

OBJETIVOS

1. Mejorar la capacitación de los usuarios en el nuevo sistema mediante un enfoque de aprendizaje adaptativo.
2. Permitir que el usuario avance a su propio ritmo y según el dominio que demuestra en cada tema.
3. Tener disponible en línea los recursos de aprendizaje que puedan servir como repaso y capacitar a nuevos usuarios.

Tabla 1. Descripción de elementos de contenido.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Una vez terminado el sistema “Caja de ahorro y préstamo” se elaboró un manual de usuario tradicional que fue publicado en la plataforma de un sistema LMS. También se elaboró un cuestionario en la misma plataforma para medir la comprensión de los usuarios en el nuevo sistema basado en la lectura del manual.

La metodología usada es la descrita por Oxman y Wong (2014), que identifican tres componentes de un sistema adaptativo: modelo de contenido, modelo de aprendiz y modelo instruccional.

Modelo de contenido.

Oxman y Wong (2014) indican que el modelo de contenido se refiere a la forma en que el tema específico, o dominio de contenido, es estructurado, con los resultados de aprendizaje detallados y una definición de las tareas que deben ser aprendidas. Alguna secuenciación inicial de contenido es predeterminada, aunque en muchos casos la idea de aprendizaje adaptativo es que la secuenciación puede cambiar en función del rendimiento del aprendiz.

Se identifican los principales elementos de contenido del sistema, se describe cada uno de ellos y se indican sus relaciones. En la figura 1, se muestran los elementos de contenido del sistema.

El modelo resalta algunos aspectos importantes que permiten comprender de mejor manera el sistema de “Caja de ahorro y préstamo”:

- Elementos iniciales. Los elementos “iniciales” del sistema: “Cliente saldo inicial”, “Ahorro semanal”, “Préstamo” y “Préstamo abono”. Indica que son los elementos básicos a partir de los cuales se obtienen y calculan muchos de los siguientes elementos.
- Elementos finales. “Conciliación” e “Integración”, obtienen información de los demás elementos.
- Relaciones. Indican las principales relaciones y dependencias entre los elementos.

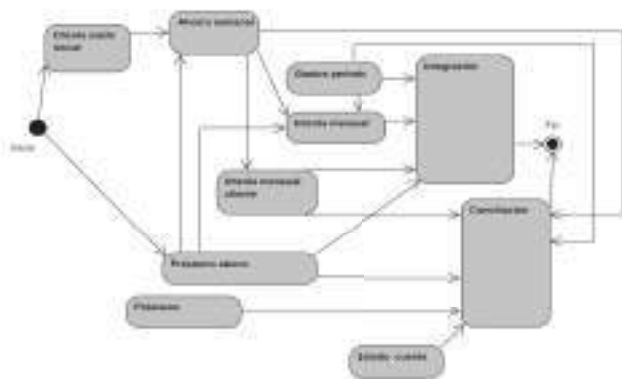


Figura 1. Diagrama del modelo de contenido.

En la tabla 1, se describen los elementos del modelo de contenido.

Nombre elemento	Descripción
Cliente saldo inicial	Contiene el saldo inicial de ahorro del año actual para cada cliente. Se obtiene del saldo final de ahorro del año anterior o una aportación en cualquier momento.
Ahorro semanal	Es el detalle del ahorro semanal de cada cliente, tiene varios campos para desglosar la información tales como: fondo de ahorro, caja, prima de antigüedad. Es fundamental capturar y validar esta información que será la base de otros elementos de contenido.
Interés mensual	Concentra información del interés mensual que los ahorradores podrán obtener por sus ahorros. Para calcular el interés obtiene información de otros elementos de contenido como: “Ahorro semanal”, “Gastos período” y “Préstamo abono”.
Interés mensual cliente	Tiene información particular de los intereses mensuales que cada ahorrador obtiene, además de hacer cálculos sobre el ahorro mensual del cliente, saldo acumulado de ahorro, ISR retenido e interés por mes. Requiere de información de “Ahorro semanal”.
Préstamo	Contiene información general de cada préstamo.
Préstamo abono	Permite registrar el detalle de abonos asociados a cada préstamo. Su información es usada por los elementos de contenido: “Ahorro semanal”, “Interés mensual”, “Integración” y “Conciliación”.
Gastos período	Con información de los gastos mensuales de operación de la caja según diversos campos establecidos. Influye en los conceptos: “Interés mensual”, “Integración” y “Conciliación”.
Estado cuenta	Es una bitácora que contiene una relación de todos los movimientos de dinero (efectivo, cheque, transferencia) de la caja. Hace cálculos para determinar el saldo actual después de cada movimiento. Su información es usada por “Conciliación”.
Conciliación	Es una información mensual resumida de aspectos de la caja, tales como totales de ahorro y préstamos, el estado de cuenta, saldos en bancos, IVA por pagar, dinero en caja, etc.
Integración	También es una información mensual resumida de aspectos de la caja, que están enfocados a medir su eficiencia. Tiene información sobre ingresos por intereses, los gastos del período, los intereses a repartir, entre otros.

Con la información anterior quedó definido el modelo de contenido.

Modelo de aprendiz.

Según Oxman y Wong (2014), el modelo de aprendizaje consiste en un medio para comprender las habilidades del estudiante.

En el modelo de aprendizaje se pueden considerar diversos criterios tales como el conocimiento previo, estilo de aprendizaje, estilo cognitivo, preferencias, motivación, etc.

Para este sistema, el aspecto a considerar es el conocimiento previo del estudiante. Actualmente el sistema de la “Caja de ahorro y préstamo” lo administra una persona que es especialista en Finanzas y ha administrado por algún tiempo la caja, por lo que tiene un dominio completo de los temas. Tiene una asistente, que es una estudiante de Finanzas y se puede decir que tiene conocimientos intermedios del tema y de la administración de la caja. Un tercer posible usuario sería una nueva persona que tendrá conocimientos relacionados a Finanzas, pero que no conoce la administración de la caja.

Por lo anterior, se puede decir que el sistema tiene tres tipos de usuarios en cuanto a los conocimientos previos en dos aspectos: conocimientos en finanzas y administración de una caja de ahorro.

Se considera solo estos tres tipos de usuarios como los más probables, y solamente estas combinaciones de valores de los dos aspectos de conocimientos previos. Esto para simplificar el modelo y porque se consideran suficientes estos usuarios. La adaptabilidad del sistema en esta primera parte considera solo conocimientos previos del estudiante. Dejando para desarrollos posteriores la parte de estilos de aprendizaje y estilos cognitivos.

Modelo instruccional.

Para Oxman y Wong (2014) el modelo instruccional es un método para hacer coincidir el contenido y la manera en que será presentado al estudiante en una forma dinámica y personalizada.

Se consideran entonces tres posibles tipos de usuarios del sistema y el contenido que debe cubrir cada uno de ellos según sus conocimientos previos. En base a esto se definen tres rutas generales de instrucción que se pueden seguir (ver figura 2).

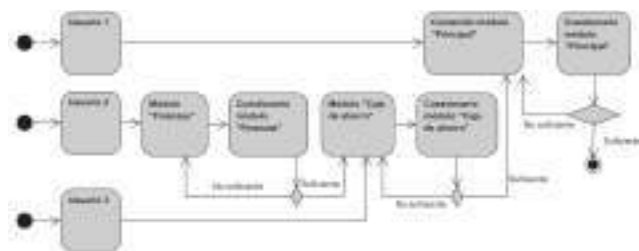


Figura 2. Rutas de instrucción.

El usuario 1 puede acceder directamente al contenido del módulo “Principal”, que consiste en la capacitación en el uso del sistema y que incluye los temas indicados en el modelo de contenido. El usuario 2, debe cubrir inicialmente un módulo de “Finanzas”, cuando demuestra suficiencia en el tema puede pasar al módulo “Caja de ahorro”, y al demostrar suficiencia en este, puede pasar al módulo “Principal”. Por último el usuario 3 debe cubrir el módulo “Caja de ahorro” y después el módulo “Principal”. Notar que para terminar el proceso instruccional, cada usuario según su clasificación debe demostrar el nivel de “suficiente” en los módulos asignados.

Para implementar las diferentes rutas de instrucción se crean en el LMS Moodle tres grupos de usuarios iniciales: “Usuario tipo 1”,

“Usuario tipo 2” y “Usuario tipo 3”. Cada usuario es asignado al grupo correspondiente en base a sus conocimientos previos. Como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Grupos de usuarios en el LMS.

Posteriormente se usa la opción de “Agrupamientos” del LMS para poder asociar grupos o combinaciones de grupos con los diferentes contenidos instruccionales, los agrupamientos creados se muestran en la figura 4.



Figura 4. Agrupamientos en el LMS.

Se define el contenido instruccional y se asigna a los diferentes tipos de usuarios por medio de los agrupamientos, como se aprecia en la figura. Observar que los contenidos principales son “lecciones” del LMS Moodle. Ver figura 5.



Figura 5. Contenido instruccional y agrupamientos.

Para el contenido del módulo principal “Lección SECAIN” se diseñó y elaboró una lección con enfoque adaptativo en el LMS Moodle, en el sentido que el usuario pueda avanzar en la lección a su propio ritmo y que la navegación en el contenido depende de la respuesta correcta e incorrecta a preguntas. La lección incluye apoyo de videos que explican cada tema y al final de cada uno el usuario debe responder una pregunta que mide su comprensión

del tema estudiado. Una respuesta correcta le permite avanzar al siguiente tema, mientras que una respuesta incorrecta le proporciona alguna información adicional, y el usuario queda posicionado en la misma página del tema actual.

Una vista de la ficha “Edición de Lección” en Moodle se muestra en la figura 6.



Figura 6. Vista "Edición de Lección".

RESULTADOS

El LMS Moodle tiene facilidades como las “lecciones” y el “agrupamiento” que permiten implementar aprendizaje adaptativo basado en reglas. La lección es un recurso muy interesante que permite al instructor incluir cualquier contenido que puede llevar una página Web, incluir páginas tipo “pregunta” y en base a la respuesta del estudiante se puede definir una secuencia de páginas y actividades a seguir y retroalimentación que también depende de la respuesta.

La implementación de la capacitación del nuevo sistema en un LMS permite a los usuarios acceder al contenido que depende de su conocimiento previo, avanzar a su propio ritmo, en el horario que sea mejor para ellos y en cualquier lugar que se encuentren, con el requisito de tener una computadora, un navegador Web y acceso a Internet.

El usuario puede repasar aspectos de la capacitación cuando lo considere necesario.

El tener los materiales de capacitación en el LMS facilita la actualización de los documentos, los usuarios pueden acceder siempre a las versiones más recientes.

La capacitación es más formal y homogénea para de cada tipo de usuario, al tiempo que conserva la flexibilidad de un sistema adaptativo.

La implementación de la capacitación en un sistema LMS permite obtener los resultados del proceso de una manera eficiente. Este tipo de sistemas almacenan los resultados de los usuarios, historial de accesos, tiempos de uso, recurso utilizado. Y presentan varios tipos de reportes de los resultados. En la figura 7 se muestra un ejemplo de resultados del cuestionario para un estudiante.



Figura 7. Reporte resultados estudiante.

En este caso, el cuestionario está configurado para permitir varios intentos de los estudiantes. Notar que el facilitador puede ver el detalle de cada pregunta, aciertos, errores y las preguntas con mayor incidencia de errores. Este le permite al facilitador identificar y trabajar los temas más problemáticos o confusos para los estudiantes.

CONCLUSIONES

Actualmente el LMS Moodle en su núcleo base aún no proporciona una implementación del aprendizaje adaptativo “basado en algoritmos”.

El aprendizaje adaptativo “basado en reglas” del LMS Moodle es funcional, tiene un gran potencial, pero es poco usado como apoyo en los procesos de enseñanza, aprendizaje y capacitación.

Creemos que el poco uso de este tipo de sistemas se debe a que los profesores, formadores o facilitadores del aprendizaje desconocen este tipo de sistemas o no se sienten lo suficientemente preparados para su uso.

En las escuelas, los cursos adaptativos pueden ser de gran apoyo en los cursos de nivelación o remediales para los alumnos de recién ingreso.

Para cursos normales, el enfoque adaptativo permitirá adecuar al curso a las necesidades de los estudiantes para lograr una mejora del aprendizaje. Los estudiantes actuales manejan muy bien la tecnología digital y regularmente aceptan de buena manera un proceso de aprendizaje por este medio.

En las empresas, los sistemas adaptativos pueden servir de apoyo en los procesos de capacitación, reducir costos y aumentar la eficiencia.

Recomendamos que las escuelas divulguen y promuevan el uso de este tipo de sistemas en su personal docente. Esta se puede realizar por ejemplo por estudiantes de carreras afines a las Tecnologías de la Información bajo los conceptos de Servicio Social, Prácticas o Residencias Profesionales.

También recomendamos para trabajos futuros, el incorporar los principios del aprendizaje adaptativo en los cursos que tenemos como docentes, participar en la creación de MOOC's, e incorporar en nuestra práctica docente la tecnología educativa que permita mejorar el aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Tecnológico de Chihuahua II y al despacho contable Manuel Nevarez y Asociados, S.C., por las facilidades otorgadas para realizar este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Al-Omari, M., Carter, J., & Chiclana, F. (2015). A Proposed Framework to Support Adaptivity in E-learning Systems.
- [2] Blanco, Á. F., García-Peñalvo, F. J., & Sein-Echaluce, M. (2013, November). A methodology proposal for developing adaptive cMOOC. In Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality (pp. 553-558). ACM.
- [3] Frias-Martinez, E., Chen, S. Y., & Liu, X. (2008). Investigation of behavior and perception of digital library users: A cognitive style perspective. *International Journal of Information Management*, 28(5), 355-365.
- [4] Goyal, M., Yadav, D., & Choubey, A. (2012). E-learning: current state of art and future prospects. *International Journal of Computer Science*, (9), 3.
- [5]
- [6] López, D. L., Muniesa, F. V., & Gimeno, Á. V. (2015). Aprendizaje adaptativo en moodle: tres casos prácticos/Adaptive learning in moodle: three practical cases. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 138.
- [7] Moodle. Lesson activity. https://docs.moodle.org/30/en/Lesson_activity. Consultado: 15 diciembre 2015.
- [8] Oxman S., Wong W. (2014). White paper: Adaptive learning systems. Integrated education solutions.
- [9] O'Donnell, E. I. L. E. E. N., Sharp, M., & Wade, V. (2015). A review of personalised e-learning: Towards supporting learner diversity.
- [10] Sedleniece, M., & Cakula, S. (2012). Framework for personalized e-learning model. *Proceedings WSEAS, Recent Researches in Communications and Computers*, 457-462.
- [11] Selwyn, N. (2011) *Education and Technology: Key Issues and Debates*. London: Continuum International Publishing Group.
- [12] Tavangarian D., Leypold M., Nölting K., Röser M., (2004). Is e-learning the Solution for Individual Learning? *Journal of e-learning*, 2004.
- [13] Yang, T. C., Hwang, G. J., & Yang, S. J. H. (2013). Development of an adaptive learning system with multiple perspectives based on students' learning styles and cognitive styles. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(4), 185-200.



La importancia de un Juez Online como herramienta evaluativa para Maratones de Programación.

Franco Esteban Córdoba
Pérez

Universidad de Nariño
Cra. 44A #18A-25 Pandiaco
+573154858962

franco12594@udenar.edu.co

Sandra Marcela Guerrero
Calvache

Universidad de Nariño
Cra 44 B 19 B 18 Pandiaco
+573105273727

marcela1396@udenar.edu.co

Esteban Danilo Díaz Riascos
Universidad de Nariño

M4 C6 San Albano
+573173182131

stban94diaz@udenar.edu.co

RESUMEN

En este documento se describe la importancia que tiene un Juez Online dentro de las maratones de programación siendo estas competencias con un gran impacto hoy en día para todo tipo de personas que les guste programar y aprender más sobre otras áreas del saber bien sean estudiantes, profesores, profesionales y demás que buscan el entrenamiento constante a través de plataformas que contribuyan a la evaluación de los ejercicios. Además como una herramienta didáctica que se ajusta a dichos parámetros se toma al Juez Boca ya que se basa en el reglamento de las maratones oficiales organizadas por la ACM-ICPC y a través del artículo se expondrá algunas de sus características y su funcionamiento.

ABSTRACT

In this paper, we describe the importance that an Online Judge has inside of marathons of programming because they are competitions with a great impact at the moment for all kind of people enjoy programming and want to learn about other areas of knowledge either students, teachers, professionals and other people that look for the constant training through platforms that

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

contribute to the assessment of exercises. Furthermore, as an educational methodology tool that adjust to that parameters is taken Boca Judge because it is based in the regulations of the official marathons organized by the ACM-ICPC through the article and some of its features and operation will be discussed.

Categorías y Descriptores Temáticos

Computing methodologies. Collaboration in software development: Programming teams

Metodologías Computacionales: Colaboración en el desarrollo de software: Equipos de Programación.

Términos Generales

Programación Competitiva, Jueces Online, Maratones de Programación.

Palabras clave

Juez, Evaluación, Veredicto, Configuración, Herramientas.

Keywords

Judge, Assessment, Verdict, Settings, Tools.

INTRODUCCIÓN

Al momento de participar en una maratón de programación, trabajar en equipo y pensar más competitivamente en lograr la manera más óptima de resolver un ejercicio basado en su desarrollo, el espacio en memoria y el tiempo que tarda en su ejecución, permiten destacar así los parámetros más importantes que un juez virtual toma en cuenta al momento de recibir un problema resuelto por los tantos de usuarios que participan

activamente en dichas competencias y evaluarlo de la mejor forma emitiendo un veredicto, bien sea de aceptación o rechazo.

Por eso es importante conocer con más detenimiento acerca de la metodología de evaluación en dichas competencias las cuales ponen a prueba los conocimientos en diversas áreas del saber (Programación, Pensamiento Matemático y Analítico y el Inglés) y determinar con ello el funcionamiento interno de un juez online tomando como prioridad la tarea de valorar la solución de un problema y compararlo con unos casos de prueba preestablecidos por el creador del mismo.

Se empezara por discutir la definición de un Juez Online, seguido por mencionar los jueces más reconocidos para este tipo de concursos y finalmente por destacar la funcionalidad del Juez Boca como una herramienta tanto para los usuarios que lo manejan constantemente como para su administración durante competencia.

OBJETIVOS

- Establecer la importancia de un juez online dentro de competencias de programación como una herramienta vital en la evaluación de ejercicios.
- Evidenciar las características principales de algunos jueces reconocidos en maratones de programación.
- Exponer el funcionamiento del Juez de evaluación Boca utilizado para competencias organizadas por ACM-ICPC y de sus propiedades más relevantes.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

¿Qué es un Juez Online en una maratón de programación?

Es una plataforma de evaluación interactiva entre el usuario y un software que maneja una serie de criterios que permiten determinar la manera correcta en que resuelven un problema en específico ajustado a un tiempo establecido y a la cantidad de memoria empleada, todo con la finalidad de ver si la solución enviada se ajusta a dichos aspectos.

El tipo de evaluación que maneja es en tiempo real emitiendo en pocos minutos un juicio que determina o no la solución idónea del ejercicio.

Muy utilizado en competencias relacionadas con maratones de programación pues garantiza una evaluación mucho más inmediata y precisa de los ejercicios los cuales se ajustan a las necesidades que estos requieran independientemente del tipo de problema que se esté resolviendo.

Plataformas de juzgamiento para programación competitiva

Uva Juez Online: (Pertenece a la Universidad de Valladolid) Es una herramienta de evaluación muy conocida hoy en día por los maratonistas, pues trabaja sobre lenguajes de programación como C/C++/ Pascal y Java siendo este el primer juez online que existió para entrenamiento de este tipo de

competencias convirtiéndose hoy en día en una plataforma muy famosa contando con una base de problemas de alrededor de 5000 y habilitada para usuarios de todo el mundo logrando así un interés de preferencia por ella. [1] [2]

Codeforces: Es una plataforma Rusa creado por un grupo de programadores de la Universidad del Estado de Sarátov dedicado exclusivamente para las competencias relacionadas con concursos de programación, permite la evaluación de los ejercicios en tiempo real así como también observar las soluciones de otros usuarios dando así la oportunidad de aprender desde cualquier parte del mundo. Realiza constantes concursos justamente por el interés y la popularidad que ha tenido, dándoles a sus participantes la oportunidad de proponerse nuevos desafíos. [3] [4]

URI Online Judge: Es un proyecto creado por el departamento de ciencias de computación de la Universidad de URI (Estados Unidos) con el objetivo de proporcionar un espacio de estudio tanto para couches como para equipos de trabajo en el desarrollo de ejercicios relacionados con programación competitiva, pues cuenta con un amplio repositorio de problemas disponibles en inglés y portugués clasificados en 8 categorías según los tópicos de los cuales se agrupan justo para resolverse en Python, Java, C, C++. Consta además de un foro donde además de compartir la solución de un ejercicio en específico, se da la oportunidad de explorar nuevos conocimientos y discutir temas relacionados con algoritmos y técnicas programáticas. [5]

Sphere Online Judge (SPOJ): Es un sistema flexible de evaluación en tiempo real compuesto por varios jueces online que soportan más de 45 lenguajes de programación y de compilación (C, C++, Pascal, JAVA, C#, Perl, Python, Ruby, Haskell, Ocaml) para el análisis de la solución de los ejercicios enviados por sus usuarios. Entre los veredictos más comunes están: Aceptado (AC), Respuesta Incorrecta (WA), Tiempo Limite Excedido (TL). Maneja una interfaz muy dinámica emitiendo las salidas correctas a los problemas y permitiendo a los participantes hacer sus propias competencias demostrando sus destrezas. [6]

Timus Online Judge: Es una plataforma rusa con una colección muy amplia de ejercicios con su propio sistema de juzgamiento. Generalmente utilizada para concursos de la Universidad Federal de los Urales pues sus creadores son egresados de la misma institución. [7]

HackerRank : Esta ante todo es una organización que busca encontrar el talento de personas involucradas en el campo informático todo a través de retos de programación los cuales permiten desarrollar y evidenciar las habilidades y destrezas en el dominio que más le guste bien sea en un lenguaje de bajo o alto nivel (C, C++, Java, Python, PHP, entre otros). Su metodología de evaluación varía dependiendo del propósito al que vaya dirigido bien sea para desarrolladores, aprendices o expertos; grandes y medianas compañías en el proceso de selección de su personal de trabajo, y de diferentes escuelas o instituciones educativas donde ponen a prueba los conocimientos de los estudiantes y comparten con el docente otra metodología didáctica de aprendizaje. [8]

CodeChef: Es una iniciativa creada en el 2009 y apoyada actualmente por la empresa desarrolladora de software Directi, en un principio con la finalidad de aumentar los índices de programadores competitivos en la India, y actualmente CodeChef es manejada por cientos de usuarios de todo el mundo gracias al acompañamiento en la programación competitiva y el

entrenamiento para concursos de la ACM-ICPC y las Olimpiadas internacionales de Informática. Cuenta con su propia plataforma de evaluación pues sus jueces admiten soluciones en más 35 lenguajes de programación dándole la oportunidad al programador de escoger el de su preferencia. Abierta para toda la comunidad tecnológica con métodos amplios en la búsqueda de talento y con el objetivo de incentivar cultura informática y competitiva. [9]

Kattis: Es un juez de evaluación empleada justamente para las maratones de programación regionales norteamericanas y las mundiales que son organizadas por la ACM-ICPC. También está disponible para compañías, desarrolladores y universidades gracias a sus metodologías ágiles de testeo y comprobación de código. Ofrece además una amplia gama de problemas en diversos idiomas. [10]

Apoyo a maratones de programación a través del Juez online Boca.

Boca Juez Online es una plataforma web que cuenta con una interfaz sencilla que permite la evaluación de ejercicios para maratones de programación tanto nacionales y regionales. Creado por un grupo de brasileños pertenecientes al Instituto de Matemáticas y Estadística de la Universidad De Sao Paulo bajo lenguaje de programación PHP y utiliza el motor de bases de datos postgresql.

Boca esta hecho bajo licencia Pública GNU donde permite a los usuarios estudiar y modificar el software para realizar posteriores mejoras. [11]

Ya que Boca es un juez realmente utilizado tanto para maratones de entrenamiento (empleada por la Red de Programación Competitiva) como para maratones oficiales de clasificación es importante destacar las características más principales que lo conforman y su administración como un servidor evaluativo. [12]

- Es una plataforma 100% web.
- Cumple con las reglas establecidas por la ACM-ICPC
- Su servidor puede ser ejecutado desde Sistemas Operativos Linux.
- Tiene una versión que permite su virtualización.
- Se puede encontrar su código fuente desde el link <http://bombonera.ime.usp.br/linux/icpclinux/>. [12]

Instalación y Configuración del Juez boca

Para el Juez Boca se requiere la instalación de Ubuntu Server con interfaz gráfica preferiblemente Ubuntu 12.04 ya que todas las configuraciones han sido probadas con esta distribución usando como nombre de usuario y contraseña icpcadmin durante el proceso. Además se debe nombrar icpc a la máquina. [11] [13]

Una vez instalado se procede a ejecutar el script installv2.sh el cual se encuentra en la página oficial de descarga <http://bombonera.org/>. Todo el procedimiento se debe realizar con permisos de superusuario y que se disponga de al menos 10 GB de espacio libre en la máquina.

Por parte de la configuración se debe aceptar tanto para la dirección que pone por defecto para llevar a cabo la instalación y para que funcione como servidor dentro de la máquina, se procura rechazar la opción de generar las contraseñas aleatorias para evitar problemas.

Para finalizar se recomienda reiniciar la máquina y se continua aceptando las opciones asignando contraseñas tanto para el superusuario como para la base de datos Boca. [11] [13]

Funcionamiento del Juez

Para inicio sesión de un usuario dentro del juez es necesario abrir un navegador y escribir la dirección <http://localhost/boca/>. [11]



Figura 1. Login Juez BOCA.

El juez boca cuenta con dos roles establecidos para las cuentas de usuarios destinadas a la administración de la plataforma. Uno de ellos por defecto SYSTEM básicamente encargado de crear las competencias. El segundo ADMIN encargado a administrar las mismas. Las contraseñas para estos dos usuarios es 'boca'.

Ingreso a la plataforma por el Usuario System

Al entrar a la plataforma por este usuario esta muestra cuatro opciones: Contest, Import, Options y Logout. [11] [14]



Figura 2. Menú de opciones usuario system

Contest: Esta opción permite crear las competencias, obediendo un parámetro consecutivo. Dentro de ella le permite asignar el nombre, la fecha de inicio, la duración estimada en minutos, controlar la tabla de puntuación, la penalización por cualquier tipo de fallo así como también el tamaño máximo en Kilobytes del archivo que el usuario podrá enviar.

Import: Permite importar copias de seguridad de otras competencias.

Options: Opciones que permiten cambiar el nombre del usuario y su contraseña.

Logout: Permite salir del usuario actual.

Ingreso a la plataforma por el Usuario Admin

Es un usuario que permite realizar más tareas dentro de la plataforma Boca. Entre las opciones que este proporciona están: Runs, Score, Clarifications, Users, Problems, Languages, Answers, Export, Tasks, Site, Contest, Logs, Reports, Backups, Options y Logout. [11] [14]



Figura 3. Menú de opciones usuario admin

Runs: En esta sección permite observar la competencia activa involucrando parámetros como el usuario, el problema que este envió, el lenguaje de programación en el cual fue realizado, el estado actual. Cuando el juez está activo este los califica

automáticamente de lo contrario el administrador lo hace de forma manual.

Score: Es la opción que muestra la tabla de puntuaciones de los usuarios o equipos participantes ubicados de acuerdo a sus resultados y el tiempo de envío.

Clarifications: Es una sección donde el administrador resuelve las dudas e inquietudes de todos los usuarios participantes.

Users: Permite la opción de crear a todos los usuarios que se desee bien sea de tipo Team, Judge, Admin, Staff, Score y Site.

- **Team:** El cual es una categoría asignado para todos los equipos a concursar.
- **Judge:** Es el rol en donde se le asigna a una persona para evaluar un ejercicio. Puede juzgar la solución y dar respuesta a inquietudes de usuarios.
- **Admin:** Es el usuario más privilegiado de todos pues maneja la competencia y sus propiedades incluyendo la administración si no se quiere de manera automática de la hora de inicio y finalización de esta. Es importante que no se tengan más de dos administradores para que realicen dichas tareas.
- **Staff:** Es un usuario mucho más interactivo con los participantes pues se encarga de emitir de manera dinámica los resultados de la competencia a través de globitos de acuerdo al ejercicio así como también estar al tanto de sus problemas de hardware.
- **Score:** Este usuario es el asignado para únicamente administrar la tabla de posiciones y puntuaciones de los equipos.
- **Site:** Usuario encargado de llevar una comunicación del servidor principal a los servidores locales.

Problems: Permite subir el problema que se vaya a realizar a la competencia, teniendo en cuenta su nombre corto y largo, el número asignado, el color del globo basado en el código de colores hexadecimales (RGB HTML) el cual es indicativo de que un ejercicio fue resuelto correctamente; la carpeta .zip a importar la cual contendrá el enunciado en formato pdf o txt, las entradas y las salidas en archivos de texto plano. Para la creación de este .zip debe hacerse en la misma plataforma en una opción de esta misma pestaña denominada Build.

Languages: Es una opción que permite agregar los lenguajes de programación que van a ser habilitados en competencia. Por lo general los más comunes son C, C++ y Java.

Answers: En esta parte se permite ajustar los veredictos que el juez va a emitir para la competencia. Pueden ser de tipo YES o NO.

Export: Exportar todo tipo de información sobre la competencia a desarrollar.

Tasks: Opción que permite recibir cualquier tipo de archivo enviado por un participante para que un usuario staff le ayude en la gestión de su impresión.

Site: Involucra la configuración de uno o varios sitios donde se va a desarrollar la competencia, teniendo en cuenta las horas, fechas, la forma de juzgamiento, número de equipos a participar en ese lugar, entre otros.

Contest : Encargada de la administración de la competencia, establecer su fecha inicio, duración, tabla de puntuaciones, penalizaciones por cualquier tipo de fallo, el tamaño máximo en Kilobytes del archivo que el usuario podrá enviar, las llaves que permiten garantizar la seguridad de la red, el tipo de site y determinar cuál será local y principal.

Logs: Es el registro de actividad de juez.

Reports: Genera reportes y estadísticas del scoreboard, el número total de envíos, el tiempo en que lo hicieron, las aclaraciones realizadas y demás.

Backups: Copias de seguridad con su fecha de realización.

Options: Opciones que permiten cambiar el nombre del usuario y su contraseña.

Logout: Permite salir de la plataforma.

Autojudging en el Juez Boca

El juez Boca proporciona un script php para brindar ayuda en el juzgamiento de los ejercicios. Una vez que sea iniciado por un usuario administrador el juez automáticamente compilará, ejecutará y comparará la salida generada por los ejercicios enviados por cada equipo devolviendo un veredicto según dichos resultados. [11][14]

Esto servirá de apoyo para que un usuario con privilegios de juez emita la respuesta final al participante.

RESULTADOS

- Instalación del Juez Boca en máquinas virtuales para su estudio con los requerimientos necesarios.
- Estudio detallado del funcionamiento y configuración del Juez Online, permitiendo así que sirva como herramienta evaluativa en áreas relacionadas con programación.
- Simulación de competencias con ayuda del Servidor Boca mediante la administración de sus propiedades tanto en tiempos, fechas, tipos de usuarios, estados, veredictos y demás.

En un futuro se quiere que gracias al estudio realizado con el Juez Online se pueda realizar maratones internas dentro del Semillero de Programación Competitiva iniciado recientemente en la Universidad de Nariño para todos los interesados en la materia proponiendo ejercicios propios que sirvan para el entrenamiento de todos sus participantes y del grupo encargado de esta investigación para las posteriores competencias oficiales con otras instituciones.

CONCLUSIONES

Gracias a la instalación del Juez Boca se pudo lograr la identificación de las principales características de una plataforma evaluativa considerándola como una herramienta de gran apoyo

para grupos de entrenamiento relacionados con Maratones de Programación. Además cabe destacar que como equipo de trabajo que participa en dichas competencias fue muy importante ya que se adquirió nuevos conocimientos sobre el funcionamiento y configuración del juez realizando un estudio mucho más detallado y llevando a cabo paso a paso todo el procedimiento permitiendo así la posibilidad de adaptarlo a nuevas situaciones.

Se conoció a través de ello más sobre los tipos de usuarios que este maneja, la generación de una competencia con sus respectivos atributos, lo que contribuirá a manejar adecuadamente la plataforma y que este estudio sirva para que posteriormente más estudiantes y docentes adapten este tipo instrumentos, claves en la evaluación de algoritmos y la emisión de resultados de manera óptima y eficiente.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos un agradecimiento sincero a todos los compañeros de maratones de programación incluyendo docentes y estudiantes de las diferentes Universidades de Colombia que día a día fortalecen el estudio en estas competencias.

A todos los colaboradores y creadores del Juez Online Boca que comparten su conocimiento, desarrollo y avances a toda la comunidad interesada en conocer más de este tipo de plataformas y su manejo.

Al programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño y a los estudiantes pertenecientes al Semillero de Programación Competitiva.

REFERENCIAS

- [1] t. f. e. Wikipedia, «Judge, UVa Online,» Wikimedia Foundation, Inc., 4 Mayo 2016. [En línea]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/UVa_Online_Judge. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [2] Universidad de Valladolid, «Welcome to the UVa Online Judge,» Universidad de Valladolid, 2015. [En línea]. Available: <https://uva.onlinejudge.org/>. [Último acceso: 22 julio 2016].
- [3] Codeforces, «Codeforces Round #364,» Codeforces Round, sponsored by telegram, 2010-2016. [En línea]. Available: <http://www.codeforces.com/>. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [4] t. f. e. Wikipedia, «Codeforces,» Wikimedia Foundation, Inc., 18 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Codeforces>. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [5] U. d. URI, «URI Online Judge,» Universidad de URI, 2011-2016. [En línea]. Available: <https://www.urionlinejudge.com.br/judge/en/login>. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [6] S. o. judge, «About the SPOJ System,» Spoj, [En línea]. Available: <http://www.spoj.com/info/>. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [7] T. O. J. Team, «Welcome to the Timus Online Judge,» Timus Online Judge Team, 2000–2016. [En línea]. Available: <http://acm.timus.ru/>. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [8] t. f. e. Wikipedia, «HackerRank,» Wikimedia Foundation, Inc., 24 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/HackerRank>. [Último acceso: 24 Julio 2016].
- [9] D. Group, «Codechef. A Directi Educational Initiative,» Directi Group, 2009. [En línea]. Available: <https://www.codechef.com/aboutus/>. [Último acceso: 2016 Julio 25].
- [10] «Kattis,» [En línea]. Available: <https://www.kattis.com>. [Último acceso: 2016 Julio 26].
- [11] I. d. M. e. Estadística, «BOCA Online Contest Administrator,» [En línea]. Available: <http://www.ime.usp.br/~cassio/boca/>. [Último acceso: 19 Julio 2016].
- [12] L. M. J. Becerra, *Herramientas de estudio para las maratones de programación promovidas en el programa de Ingeniería de Sistemas y computación de la Universidad Tecnológica de Pereira*, Pereira, 2012.
- [13] C. E. F. R. A. Cassio P. de Campos, «Brazilian Contest Infrastructure: BOCA and Maratona Linux,» [En línea]. Available: <http://www.ime.usp.br/~cassio/boca/clis10.pdf>. [Último acceso: 17 Julio 2016].
- [14] B. System, «Bombonera: the home of Latam BOCA Linux and BOCA Online Contest Administrator,» 2011-2014. [En línea]. Available: <http://bombonera.org/>. [Último acceso: 18 Julio 2016].



MODELAMIENTO Y ANALISIS SOBRE EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA UNVIERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS FACULTAD TECNOLOGICA

Henry Mauricio Cárdenas Martínez
3228726686

henrymauricio903@hotmail.com

hmcardenasm@correo.udistrital.edu.co

Jhonatan Camilo Laverde Forero
3208380073

Jhonatan.0728@gmail.com

jclaverdef@correo.udistrital.edu.co

Gerardo Castang
Montiel

gacastangm@udistrital.edu.co

RESUMEN

En este documento se describen una guía en la que se presenta el consumo de energía en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, esta idea nació gracias a un estudio de la Universidad Nacional el cual tiene un enfoque similar al de este artículo que es el de enseñar la importancia de reducir el consumo energético, en ese estudio se encontró la importancia de no desperdiciar este recurso que se está agotando. Para el desarrollo de este artículo se abordaron los principales consumos de energía con su respectivo análisis de las instalaciones, se encontraron resultados relevantes en el que se vio en que se gastaba más energía y en donde se gastaba menos, además se evidenció específicamente los lugares de esta sede donde se consume más electricidad y se determinaron unas posibles soluciones y alternativas con el que se puede optimizar dicho consumo, al ser este documento una guía se brindaron posibles variantes para poner en práctica el ahorro de energía, de igual manera que se realicen capacitaciones a los funcionarios sobre dicho ahorro para que no solo lo apliquen en la universidad lo aprendido sino en los propios hogares, lo bueno de esta idea de

ahorro es que no solo beneficia la facultad económicamente sino ambientalmente.

ABSTRACT

This document describes a guide in which energy consumption is presented in the University Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, this idea was born thanks to a study by the National University which has a similar item approach is to teach the importance of reducing energy consumption, in this study the importance of not wasting this resource being depleted found. For the development of this article the main energy consumption addressed with their respective analysis of the facilities, relevant results that we saw in that more energy is spent and where they spent less were found, also specifically evidenced sites this headquarters where more electricity is consumed and some possible solutions and alternatives which can optimize such consumption, as this document a guide possible variants to implement energy saving, likewise be provided that training be conducted were determined officials on these savings to not only implement it in college but what they learned in their homes, the good thing about this idea is that saving benefits not only economically but environmentally faculty.

Términos Generales

Ahorro energético, energía alternativa.

Palabras clave

Energía solar, eólica, electricidad, consumo, optimización, campañas.

Keywords

Solar, wind, electricity, consumption, optimization campaigns.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

INTRODUCCIÓN

Bogotá es una ciudad que para sus actividades diarias requiere el consumo de energía, esto se puede percibir en la información de tallada del consumo promedio per cápita de energía en el sector público Distrital, reflejándose en el Plan Institucional de gestión Ambiental PIGA, que se enfoca en garantizar el uso eficiente de la energía eléctrica a través de estrategias en las cuales se pueda racionalizar el consumo de energía, siendo este el enfoque central del artículo a presentar, algo para destacar es que en el PIGA también se promueve el aprovechamiento de energías alternativas todo esto con el fin de generar conciencia para que no se produzcan más gases de efecto invernadero. En dicho estudio que realizó el PIGA entre los años 2008 y 2015 del consumo de energía que se había mencionado anteriormente cabe resaltar que en el año 2008 fue en el que hubo mayor consumo de Kw/persona con un valor de 89.3% y el 2013 se destacó por ser el año con más bajo consumo de kw/persona con un valor de 54,34%. Estos valores indican que si se puede reducir el consumo de energía si se genera capacitaciones hacia las personas para que sepan que formas hay para disminuir el consumo de energía. [1]

En Colombia, actualmente no se están aprovechando las ventajas que nuestras condiciones climáticas nos ofrecen pues se encuentra que nuestro país posee un alto índice de potencia en vientos y radiación solar:

Los vientos en Colombia están entre los mejores de Sudamérica.

Regiones en donde se han investigado, como en el departamento de la Guajira, han sido clasificados vientos clase 7 (cerca de los 10 metros por segundo (m/s)).¹

Adicionalmente, contamos con energía solar que es variable pero que igual puede contribuir notablemente:

Colombia tiene suficientes recursos de Energía solar por su ubicación en la zona ecuatorial, pero el país se encuentra en una región compleja de los Andes donde los climas cambian frecuentemente.

La radiación media es de 4.5 kWh/m², y el área con mejor recurso solar es la Península de la Guajira, con 6kWh/m² de radiación.

OBJETIVOS

Dar a conocer las alternativas posibles para ahorrar energía eléctrica.

Explicar a fondo las ventajas que trae reducir el consumo eléctrico y de esta forma aplicar las practicas que lo satisfacen.

Mostrar desde un punto de vista más ambicioso, que la energía eléctrica también se puede generar por medios alternativos económicos y hasta interesantes para contribuir.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

El ahorro de energía es un tema que muchas entidades han decidido abordar y analizar a fondo, muchos estudios lo demuestran como el que realizó el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia

que fue realizado para la Unidad de Planeación Minero Energética [2], el cual tiene como objetivo aportar una guía de consulta de los elementos que se deben tener en cuenta al momento de realizar un uso racional de la energía en las viviendas, este estudio arrojó unos resultados en los que muestran los beneficios de hacer un uso racional de energía individual, social y ambientalmente, como ejemplo si en nuestra casa se tuvieran 4 bombillas incandescentes y que se usen 5 horas diarias pero si se reemplazan por ahorradoras este generaría un ahorro en la factura de electricidad hasta de 120.000 anual.

De igual manera si este ahorro se generalizara por toda Colombia se promediaria un ahorro de hasta de 1 billón de pesos anual, dinero que puede tener un destino final beneficioso como viviendas de interés social entre otros. Este proyecto fue una gran influencia para hacer un estudio en la universidad Distrital Francisco José de Caldas facultad Tecnológica, lo principal que hay que mencionar es que en este sitio solo se consume Electricidad, no utiliza gas natural ni gas licuado de petróleo para los respectivos procesos que se hagan en la facultad. Al solo consumir electricidad en una gráfica se verá el resumen de los respectivos porcentajes de uso por hora en la sede Tecnológica:

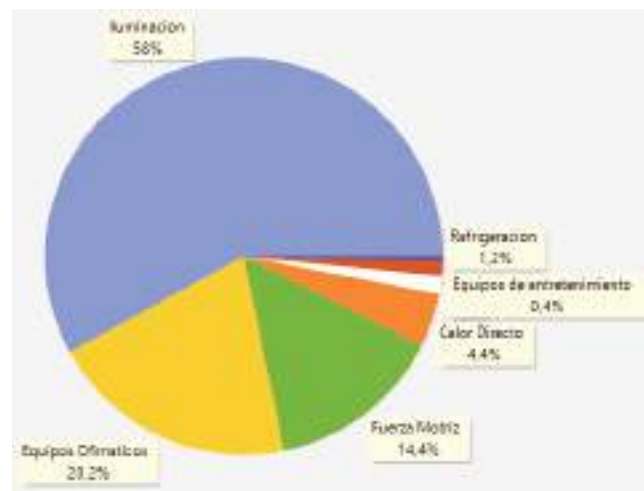


Figura 1. Consumos internos de la facultad.

En el anterior gráfico se puede ver varios de los principales consumos de electricidad y se separaron en varios ítems, la forma en que se obtuvieron estos resultados fue gracias a un contacto inicial en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, que podía brindar este tipo de información siendo la responsable, la Tecnóloga de Gestión Ambiental Claudia Jhovana Martínez dando información sobre el histórico de consumo de energía y así mismo como resultado se pudo caracterizar como se mostró en la gráfica, entre los cuales están: Iluminación que comprende todas las lámparas que están instaladas en los edificios de la sede tecnológica, el ítem equipos ofimáticos entre los cuales están monitores de PC, impresoras, video beam, cajeros automáticos entre otros.

Ya por último se ven los 4 ítems que menos consumen que son los de fuerza motriz como los equipos hidráulicos, motores, compresores, prensas entre otras herramientas que se usen en los laboratorios. Los de Calor Directo como los hornos, microondas, estufas entre otros. Los de refrigeración como las neveras, dispensadores de agua o gaseosas y vitrinas. Por último se encuentra el ítem que menos consume energía como son los

¹ Reserva guayacán parcelación. Energía eólica. <http://www.reservaguayacan.co/compromiso-sostenib/energias-renovables/>

equipos de entretenimiento entre los cuales están TV, grabadoras y sistemas de audio.

Gracias a la información brindada por el contacto anteriormente nombrado se pudo concluir en la gráfica previamente expuesta revela que la mayor participación del consumo de energía proviene por iluminación con 58%, seguido por los equipos ofimáticos con 20.2%, por tanto las medidas de eficiencia energética deben estar enfocadas principalmente en estos usos finales.

Ya analizando el consumo de energía en los laboratorios, bloque administrativo y aulas de clase, hay varios datos relevantes por ejemplo el bloque que más energía consume es 11 y 12 en el piso 1, en este lugar se encuentra el taller de máquinas y herramientas con un 30.8%, lo particular es que en este mismo bloque en el piso 2 se encuentra los laboratorios de electrónica siendo el lugar en el que menos consumen energía con un 4.9%.

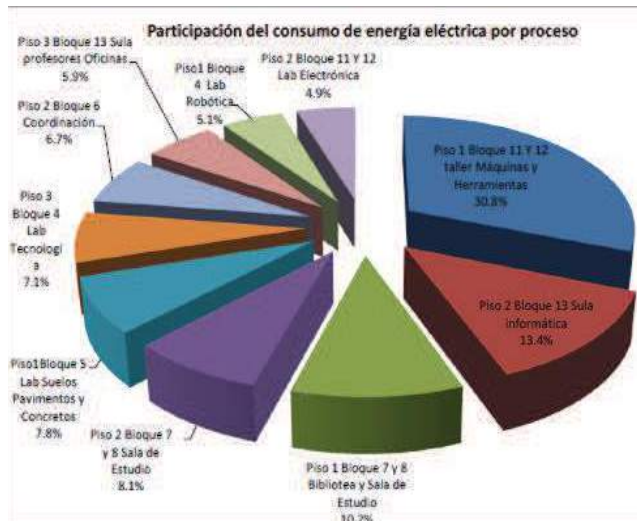


Figura 2. División a fondo del consumo por sectores de la facultad.

RESULTADOS

En esta facultad siempre se requiere energía para el uso de las herramientas que esta tiene, pero se puede generar un ahorro que beneficia el medio ambiente, con prácticas sencillas que traerá muchos beneficios como poner en modo ahorro de energía los computadores o equipos que se usen en la sede mientras se está fuera del horario laboral, adicionalmente una buena rutina que brinda un ahorro adicional es desconectar los equipos cuando se acabe la jornada laboral.

En el anterior análisis se pudo determinar que el mayor consumo energético se da en la iluminación. Por ende, una de las principales alternativas de ahorro de energía eléctrica es reemplazar las lámparas lumínicas que generan calor por un gran coste eléctrico por lámparas LED de mayor luminosidad y potencia que consumen mucha menos electricidad.

Una mejor descripción de este cambio beneficio se puede muestra en la siguiente gráfica:

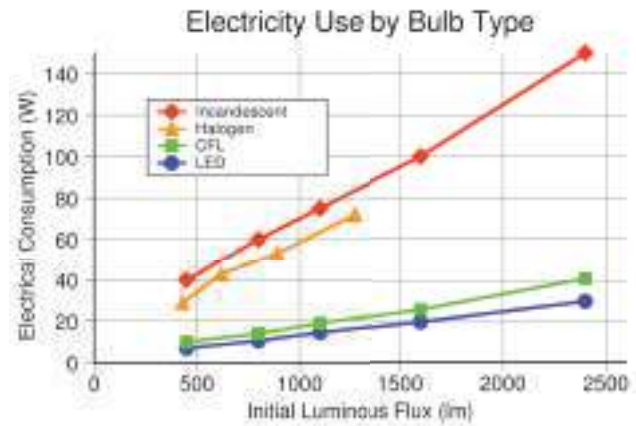


Figura 3. Gráfica comparativa: consume contra luminosidad.

Como se puede observar, el cambio de incandescente a LED, es como reducir la factura en cuanto a la iluminación, de una escala 3:1; lo cual es una gran contribución.

Otro campo importante a estudiar e implementar es los tiempos de uso de dichas lámparas, es decir, determinar los instantes que las lámparas deben estar encendidas. Por medio de sensores de movimiento se puede optimizar el consumo de energía en iluminación ya que nos garantizarán que si se usa energía en estas, será por algo necesario en ese instante.

Los anteriores métodos mencionados reducirán efectivamente el consumo eléctrico y ahora bien se entraría a evaluar adicionalmente la forma de generar energía eléctrica por aparte.

Por lo tanto se pretende realizar una capacitación a los funcionarios dándoles a conocer las buenas prácticas de ahorro y realizar un seguimiento, si después de lo aprendido los índices de consumo de energía bajan.

Energía eólica y fotovoltaica

La energía eólica es la energía cuyo origen proviene del movimiento de masa de aire, es decir que genera su energía a partir de las fuerzas del viento; esta energía es renovable pues el viento es un factor climático que se da entre mayores y menores escalas pero que no se acaba y aprovecharlo tampoco genera molestias ambientales. Ahora bien, las instalaciones solares fotovoltaicas funcionan de acuerdo con un sencillo principio: constan de paneles solares (módulos fotovoltaicos) individuales, que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo). Cuando brilla el sol, una célula solar se comporta casi como una batería, la luz solar recibida separa los electrones de modo que forman una capa de carga positiva y una de carga negativa en la célula solar; esta diferencia de potencial genera una corriente eléctrica. [3]

La energía fotovoltaica es una buena alternativa ya que la energía solar que radia día a día se podría aprovechar mediante paneles solares distribuidos estratégicamente en la facultad para generar energía adicional; La energía eólica, también tiene un buen aporte pues el movimiento generado por el viento en las grandes poleas metálicas como ventiladores generan una gran carga electrónica.



Figura 4. Paneles solares y aspas eólicas.

El coste de implementar este sistema, para un domicilio normal es de aproximadamente de \$ 2'500.000 [4] que incluye todo el kit de recepción solar para generar la energía; de esto se puede deducir que se requiere un capital inicial significativamente alto pero que al cabo del tiempo se recuperará y de hecho se auto gestionará.

CONCLUSIONES

Las soluciones anteriores efectivamente buscan reducir el consumo energético, más aun es bueno plantear un sistema alternativo para generar energía eléctrica propia.

El proyecto como tal, puede emplearse a inicios en pequeñas escalas y ya demostrando los cambios benéficos, podría llevarse a una forma más global por medio de campañas y publicidades donde se invierta el trabajo necesario para implementarse y así agrandar el beneficio; un racionamiento energético es lo que queremos prevenir y más aún, dejar de atentar contra el medio ambiente.

Las formas alternativas de generar energía eléctrica son los métodos que hoy en día se deberían tener más en cuenta a la hora de suministrar electricidad, estas formas son naturales, renovables y no hacen daño en ningún aspecto al medio ambiente; en otros países como noruega Alemania, España, se puede observar y analizar el claro ejemplo de que una inversión de inicio y un buen

sector para aplicar los cambios, valen la pena y que los cambios se ven reflejados en periodos cortos de tiempo.

El ahorro de energía (disminución del consumo de energía) es la forma más sencilla y eficaz para reducir las emisiones contaminantes de CO₂ (dióxido de carbono) y de otros gases de efecto invernadero a la atmósfera; y, por tanto, para luchar contra el calentamiento global del planeta y el cambio climático. Además, ahorrar energía tiene otras ventajas adicionales para el medioambiente y la salud humana, porque se disminuye el grado de contaminación del aire, del mar y de la tierra (respiramos mejor, vivimos en un entorno más limpio y menos contaminado), a la vez que disminuye el riesgo de lluvia ácida, mareas negras y destrucción de bosques y espacios naturales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo y el seguimiento incondicional de nuestro tutor y profesor Gerardo Castang quien nos aportó pautas y demás observaciones a tener en cuenta para poder realizar este artículo.

REFERENCIAS

- [1] Observatorio ambiental de Bogotá.
<http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=592>
- [2] Alumbrado interior de edificaciones residenciales.
http://www.upme.gov.co/Docs/Alumbrado_Residencial.pdf
- [3] Green energy. Energía fotovoltaica. <http://www.greenenergy-latinamerica.com/es/energia-solar-solar-fotovoltaica-197>
- [4] Implementación de paneles solares como una alternativa al uso de energía convencional.
<http://es.slideshare.net/karenbotellogiraldo/implementacin-de-paneles-solares-como-una-alternativa-al-uso-de-energia-elctrica-convencional-en-las-viviendas-del-corregimiento-de-pance-en-cali-departamento-del-valle-del-cauca>
- [5] Energías renovables y eficiencia energética.
<http://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>



Realidad aumentada móvil usada estratégicamente como herramienta educativa

Yesenia Sierra Sáenz
Universidad Distrital F.J.C.
Bogotá, Colombia

John Fredy León Ibagón
Universidad Distrital F.J.C.
Bogotá, Colombia

Rocío Rodríguez Guerrero
Universidad Distrital F.J.C.
Bogotá, Colombia

ysierras@correo.udistrital.edu.co jfleoni@correo.udistrital.edu.co rrodriguezg@udistrital.edu.co

RESUMEN

La realidad aumentada permite acoplar un entorno físico con uno virtual, y crea una realidad mixta en tiempo real. Este artículo tiene como objetivo presentar al lector el uso de este tipo de realidad como estrategia para fortalecer conocimientos en el área de astronomía dirigido a niños de 8 años, se tuvo en cuenta las dificultades en el aprendizaje, la más relevante, la distracción; se implementó el concepto de aprendizaje visual aplicando realidad aumentada móvil.

ABSTRACT

The increased reality allows to connect a physical environment with the virtual one, and believe a mixed real time reality. This article has as aim present to the reader the use of this type of reality as strategy to strengthen knowledge in the area of astronomy addressed to 8-year-old children, it took into account the Difficulties in learning, the most relevant, the distraction; was Implemented the concept of visual learning using Mobile Augmented Reality.

Categorías y Descriptores Temáticos

K.4 Computers and society: General

Términos Generales

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Teoría y práctica.

Palabras clave

Astronomía, Estrategias de Aprendizaje, Aprendizaje Visual Móvil, Realidad Aumentada, Aplicaciones Móviles

Keywords

Astronomy, Learning Strategies, Visual Mobile Learning, Augmented Reality, Mobile Applications.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el mundo está rodeado de nuevas tecnologías que deben ser aprovechadas al máximo en cualquier campo de estudio, cabe destacar una particularidad que ha tomado bastante auge en la actualidad, y es el hecho de poder implementar aplicaciones en el sector educativo.

La combinación de tecnologías permite hacer del aprendizaje un proceso más interactivo, didáctico y dinámico, de esta manera se pueden mitigar factores que dificultan el proceso de aprendizaje, validando las posibles soluciones y logrando que estas sean herramientas que permitan fortalecer los conocimientos previos de los niños en temas específicos tales como el de la astronomía.

OBJETIVOS

- Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles que ayude a fortalecer los conocimientos de astronomía en niños de 8 años.
- Contextualizar la Astronomía en una aplicación móvil para niños de 8 años, como herramienta pedagógica.
- Realizar las correspondientes pruebas a la aplicación en instituciones educativas.

DIFICULTADES DEL APRENDIZAJE

“Las Dificultades en el Aprendizaje se refieren a un grupo de trastornos que frecuentemente suelen confundirse entre sí. Las razones fundamentales de tal confusión son: la falta de una definición clara, los solapamientos existentes entre los diferentes trastornos que integran las Dificultades en el Aprendizaje, sobre todo cuando median aspectos de privación educativa y social, y, en tercer lugar, la heterogeneidad de la población escolar a la que se refieren.”¹

Las dificultades en el aprendizaje, se caracterizan por:

- Problemas Escolares (PE).
- Bajo Rendimiento Escolar (BRE).
- Dificultades Específicas de Aprendizaje (DEA).
- Trastorno por Déficit de Atención con o sin Hiperactividad (TDAH).
- Discapacidad Intelectual Límite (DIL).

Estas dificultades para aprender, varían entre personas. Una persona puede tener un tipo de problema con relación a otra, los investigadores dicen que los problemas del aprendizaje son causados por diferencias en el funcionamiento del cerebro, y la manera en que éste procesa la información, no es decir, que a los niños con estas dificultades se les llamen “tontos” o “perezosos”, de hecho, generalmente ellos tienen un nivel de inteligencia promedio.

No se puede identificar de manera explícita alguna señal que indique que una persona tiene un problema de aprendizaje, se hacen estudios de cómo se puede hallar una diferencia notable entre el progreso escolar que tiene el estudiante y el progreso que podría lograr, teniendo en cuenta su inteligencia o habilidad.

Por otro lado, son muchos los factores que se deben considerar para entender el por qué hay problemas de aprendizaje, de ahí que, no son suficientes las herramientas que hay en la actualidad para combatir todas las dificultades que presenta el menor a la hora de aprender, por lo que está en nuestras manos, buscar de alguna manera facilitar su aprendizaje y por qué no, con el uso de las nuevas tecnologías de la información.

METODOLOGIAS DE APRENDIZAJE VISUAL

El aprendizaje se define como “el proceso por el cual las personas adquieren cambios en su comportamiento, mejoran sus actuaciones, reorganizan su pensamiento o descubren nuevas maneras de comportamiento y nuevos conceptos e información”.

- El aprendizaje se puede dividir en varios tipos, de acuerdo a la actitud que tiene el estudiante.
- Receptivo: el estudiante comprende y reproduce el contenido sin experimentar algún descubrimiento.

¹ ROMERO, Juan. LAVIGNE, Rocío. Dificultades en el aprendizaje: unificación de criterios diagnósticos. Junta de Andalucía, 2004. p. 7.

- Repetitivo: el estudiante memoriza los contenidos sin comprenderlos o relacionarlos con sus conocimientos previos.
- Por descubrimiento: el estudiante descubre los conceptos y sus relaciones para adaptarlos a sus conocimientos previos.
- Significativo: el estudiante relaciona los conocimientos nuevos con los conocimientos previos para aplicarlos a su vida cotidiana.

Para fortalecer el conocimiento de los niños, es esencial el uso de materiales de apoyo, estos materiales son “todos aquellos instrumentos impresos o no impresos elaborados para mediar en el proceso de aprendizaje. Los Materiales de Apoyo facilitan la construcción del conocimiento y el desarrollo de destrezas y aptitudes. Básicamente, su función es contribuir a que los aprendizajes de los y las estudiantes ocurran de manera activa y significativa”.

El aprendizaje visual es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que actualmente se encuentra en pleno auge y que se basa en el uso de los llamados Organizadores gráficos de la información con el fin de conseguir un aprendizaje más eficaz en los alumnos.

Es una forma de aprender mediante graficas que proponen ideas y presentan información, enseñar a los niños a ampliar sus pensamientos con nueva información adquirida por medio de imágenes, además estimula el pensamiento creativo en ellos.

Existen diferentes técnicas para el aprendizaje visual, iniciando desde mapas conceptuales, cuadros sinópticos, caricaturas y animaciones, son los métodos más usados para el aprendizaje visual.

Con el uso de técnicas para el aprendizaje por medio de imágenes, ayuda a los niños a aclarar sus pensamientos, reforzar la comprensión, integrar nuevos conocimientos e identificar conceptos equivocados, en la enseñanza vale más lo que se quiere “decir” por medio de una imagen, además que son nuevos conceptos de fácil comprensión.

HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Se plantearon varios objetivos determinantes a la hora de construir la aplicación, como el hecho que fuese intuitiva, atractiva, precisa, rápida e interactiva, ésta última haciendo referencia al hecho de que el usuario, en este caso el niño, no se vea limitado sólo a observar el contenido, sino que también pueda ser participe de los módulos que se insertarían en la aplicación.

Por otro lado, se definirá más afondo el concepto de Realidad Aumentada, para poder introducir rápidamente al lector, al por qué se escogieron ciertas herramientas para el desarrollo de la misma.

Se puede definir la RA como el tipo de realidad que una persona observa cuando se combina un entorno físico real con elementos virtuales. Esa realidad o visión tiene lugar a través de un dispositivo tecnológico (computadores, teléfonos inteligentes, tabletas, etc.) que cuentan con una cámara de video para enfocar y capturar la imagen del entorno real que mezcla la realidad física del usuario con elementos físicamente inexistentes (generados por ordenador con el uso de un software de RA) y muestra el

resultado al usuario. Así mismo, la Realidad Virtual es un entorno generado por completo por ordenador.

En pocas palabras la RA es la mezcla entre elementos REALES y VIRTUALES.

De manera que, al mismo instante en que se visualiza la información del mundo real, se generan los contenidos con los que se podrá interactuar, a su vez, cabe destacar que una de las ventajas de la RA es que se pueden visualizar objetos en 3D.

¿Pero cómo sucede esto? la RA se construye básicamente a partir de 3 etapas esenciales que se suceden una tras otra en el tiempo:

- Reconocimiento de objetos, es decir la visión por computador o dispositivo inteligente.
- Tracking o reconocimiento de objetos, imágenes o targets (son figuras que permiten posicionar los contenidos virtuales en la escena), también conocida como visión artificial o visión técnica.
- Renderizado o representación de contenidos, los elementos visuales se crean entorno a la imagen.



Fig. 1. Realidad aumentada, escenario Aplicación Móvil que Ayuda a Fortalecer los Conocimientos de Astronomía en niños de 8 años. *Fuente:* autores.

Ahora bien, se estudiaron previamente diferentes plataformas de desarrollo de Realidad Aumentada como también se tuvo en cuenta la compatibilidad con el sistema operativo, de ahí que se hizo necesario conocer qué plataformas existen actualmente y qué tan factible sería el uso de cada una de ellas; por lo que se decidió escoger Android, principalmente por ser el sistema operativo que disponen los autores en sus teléfonos móviles y segundo por ser el más extendido en el mundo, por lo que más personas tendrían acceso a éste.

También, se analizaron distintas librerías para el desarrollo de aplicaciones de RA, entre ellas se encontraban los SDK de Vuforia, Metaio y Aurasma; finalmente se optó por el uso de Qualcomm Vuforia, ya que su licencia es gratuita, como también una de las ventajas es que las aplicaciones se pueden publicar en varias plataformas: Android, iOS, Playstation, Windows Phone, etc. De esta forma se puede desarrollar la aplicación y luego

decidir en qué plataformas publicarla evitando así tener que volver a rehacerla para cada plataforma.

Por último y no menos importante, se escogió Unity como entorno de desarrollo, siendo que es compatible con Vuforia y además es un motor de videojuegos que dispone de una versión totalmente gratuita, como también es multiplataforma e incorpora una gran cantidad de utilidades y características a la hora de crear y manejar contenidos gráficos.

IMPLEMENTACION

Desde la escuela primaria, los niños a la edad de 8 años, empiezan a adquirir conocimientos en astronomía, empezando por la definición del sistema solar y los planetas que lo componen, a su vez, en los salones de clase los contenidos a desarrollar son netamente teóricos y carecen de material didáctico. Esto causa en la mayoría de los casos, que el proceso de aprendizaje presente más dificultades.

Se propone el desarrollo de una aplicación que permita desarrollar las habilidades del niño y a su vez mejore su proceso de aprendizaje en astronomía usando como temática principal el Sistema Solar, en donde podrá, más allá de leer el contenido, interactuar con él, logrando que el niño se apropie del conocimiento suministrado.



Fig. 2. Realidad aumentada, escenario de información Aplicación Móvil que Ayuda a Fortalecer los Conocimientos de Astronomía en niños de 8 años. *Fuente:* autores.

De manera que, se busca proporcionar e incorporar una herramienta educativa que irá de la mano de los profesores, de los padres y principalmente de los estudiantes, que mejorará sus niveles de aprendizaje, complementando la aplicación con el desarrollo de módulos que le permiten al niño autoevaluarse, como cuestionarios, juegos y actividades, ejecutando prácticas acompañado de un subsistema de retroalimentación que le permitiera percibir aciertos y debilidades con el fin de mejorar en su proceso de formación (ver figura 3).



Fig. 3. Realidad aumentada, escenario de preguntas Aplicación Móvil que Ayuda a Fortalecer los Conocimientos de Astronomía en niños de 8 años. Fuente: autores.

RESULTADOS

Para medir la funcionalidad de la aplicación en cuanto a cumplimiento de objetivos, se realizaron 2 evaluaciones a 2 grupos de estudiantes del grado tercero de primaria de la Institución Educativa Santa Ana del municipio de Soacha, alumnos con 8 años de edad.

Se realizó un test inicial para comprobar los conocimientos previos sobre el sistema solar, al finalizar este primer test se procede a instalar la aplicación en los dispositivos móviles, celulares y tabletas, luego de instalada la aplicación, se ejecuta y se hace un pequeño preámbulo sobre las características de la aplicación, el uso del menú y de la información que se podrá ver en cada módulo.

Se guía a los estudiantes durante este proceso, resolviendo dudas e inquietudes que se presentaron en su momento, cuando ya todos los estudiantes han pasado por los módulos de la aplicación, se realiza un segundo test para hacer una evaluación de sus conocimientos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en las dos pruebas, antes y después del uso de la aplicación:

Pruebas Antes:



Fig. 4. Prueba Antes Grupo 1



Fig. 5. Prueba Antes Grupo 2

Pruebas después:



Fig. 6. Prueba Después Grupo 1



Fig. 7. Prueba Después Grupo 2

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede evidenciar que el número de estudiantes con menos respuestas acertadas disminuyó para cada uno de los grupos, y así mismo el número de estudiantes que acertaron entre 4 y 5 preguntas aumentó en el segundo test (Prueba Después), con relación al primer test (Prueba Antes).

Con el análisis de estos resultados, damos por hecho que el uso de la aplicación permitió captar la atención del estudiante y a su vez fortalecer sus conocimientos previos.

CONCLUSIONES

La realización de éste proyecto logró proporcionar una aplicación móvil como herramienta de aprendizaje para niños de 8 años de

edad, en donde les fue posible interactuar con la información suministrada en un entorno didáctico, logrando fortalecer sus conocimientos en Astronomía.

Hacer uso de la realidad aumentada en esta aplicación, facilitó en gran medida la explicación de la temática correspondiente al Sistema Solar, ya que eliminaba varias de las causas por las cuales el niño se distraía, fijando su atención en la información provista por la aplicación.

Realizar las pruebas en varios de los grupos del grado tercero de la Institución Educativa Santa Ana, permitió evidenciar que los estudiantes lograron responder de manera más acertada el segundo test en relación al primero, que se realizó con sus conocimientos previos. Confirmando que hubo mayor concentración y atención por parte de los niños después de haber utilizado la aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Damos gracias principalmente a Dios por darnos paciencia, sabiduría, inteligencia y la motivación para el desarrollo de este proyecto.

A nuestra familia y compañeros porque siempre estuvieron apoyándonos, con su comprensión, confianza y ánimo para no desfallecer en el camino.

A nosotros mismos que a pesar de las adversidades tuvimos la frente en alto y mantuvimos nuestra meta de culminar este proyecto.

A Nuestros Docentes, por brindarnos su conocimiento, por su ayuda y guía en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] La Realidad Aumentada: un nuevo prisma para ver el mundo. [En línea]. <http://www.adarveproducciones.com/uploads/ficha/fichero/APLICACIONES%20DE%20LA%20REALIDAD%20AUMENTADA_123.pdf>. [Citado el 24 de Septiembre de 2014].
- [2] Astronomía en Colombia: Importancia de la Astronomía. [En línea]. <<http://astrocol.blogspot.com/2007/07/importancia-de-la-astronoma.html>>. [Citado el 24 de Septiembre de 2014].
- [3] ¿Por qué aumentan los usuarios de equipos Android? [En línea]. <<http://www.semana.com/tecnologia/novedades/articulo/por-que-aumentan-usuarios-equipos-android/372741-3>>. [Citado el 19 de Septiembre de 2014].
- [4] Psicodiagnosis.es: Psicología infantil y juvenil. Orientaciones déficit atención. [En línea]. <http://www.psicodiagnosis.es/areaescolar/intervencion-psicopedagogica-alumnos-especiales/orientacionesalumnosdeficitatencion/index.php>. [Citado: 10 de Septiembre de 2014].
- [5] MACHADO, Antonio. Proyecto Mobile Learning: Villalba en tu mano. [En línea]. <<http://olmedarein7.wix.com/collado-villalba#!proyecto/cwvn>>. [Citado el 10 Septiembre de 2014].
- [6] CALVO, Gerardo. "Herramienta de aprendizaje para el apoyo de las matemáticas de primer grado de primaria utilizando dispositivos móviles". [En línea]. <http://mixteco.utm.mx/~resdi/historial/Tesis/Tesis_Ivan.pdf>. [Citado el 10 Septiembre de 2014].
- [7] ROMERO, Juan. LAVIGNE, Rocío. Dificultades en el aprendizaje: unificación de criterios diagnósticos. Junta de Andalucía, 2004. pp. 91-106.
- [8] renderati.com. El blog con profundidad, altura y anchura. [En línea].
- [9] <<http://www.renderati.com/render/%C2%BFque-es-blender>>. [Citado: 20 de Septiembre de 2014].
- [10] Gómez, Juan. Fundamentos de la metodología RUP: Rational Unified Process. [En línea]. <<http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/ensayo-sobrerup/ensayo-sobrerup.pdf>>. [Citado: 14 de Septiembre de 2014].
- [11] Arranz, Lucia. Psicoterapeutas.com. Dificultades de aprendizaje. [En línea].
- [12] <<http://www.psicoterapeutas.com/paginaspersonales/lucia/dificultadesaprendizaje.htm>>. [Citado: 10 de Septiembre de 2014].
- [13] UNAD, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. El Aprendizaje Visual. [En línea]. <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/434206/ContenidoLinea/224__el_aprendizaje_visual.html>. [Citado el 27 de Septiembre de 2014].
- [14] www.adarveproducciones.com. La Realidad Aumentada: un nuevo prisma para ver el mundo. [En línea].
- [15] <http://www.adarveproducciones.com/uploads/ficha/fichero/APLICACIONES%20DE%20LA%20REALIDAD%20AUMENTADA_123.pdf> [Citado el 27 de Septiembre de 2014].
- [16] Wikispaces. UNAED. [En Línea]. <<https://desarrollo-de-software-educativo.wikispaces.com/Equipo+1>>. [Citado el 11 de Octubre de 2014].
- [17] Diseño y desarrollo de materiales educativos computarizados (MEC): una posibilidad para integrar la informática con las demás áreas del currículo. [En Línea]. <<http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/viewFile/190/365>>. [Citado el 11 de Octubre de 2015].
- [18] MODDB. Unity technologies. [En Línea]. <<http://www.moddb.com/engines/unity>>. [Citado: 24 de Septiembre de 2015].
- [19] UNITY. EDITOR. [En Línea]. <<https://unity3d.com/es/unity/editor>>. [Citado: 24 de Septiembre de 2015].
- [20] SeisUnos, diseño y desarrollo de software para web, PC y smartphones. Realidad Aumentada (II). Introducción a Vuforia. [En Línea]. <<http://www.seisunos.es/blog-realidad-aumentada2>>. [Citado: 25 de Septiembre de 2015].
- [21] Chocolates Jet. Album Jet Planeta Sorprendente. [En Línea]. <http://chocolatesjet.com/jet_nuevo/flippage/>. [Citado: 8 de Enero de 2016].
- [22] Chacon, Paula. El Juego Didáctico como estrategia de enseñanza y aprendizaje. [En Línea]. <http://chocolatesjet.com/jet_nuevo/flippage/>. [Citado: 31 de Enero de 2016].



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016
Memorias.

Semilleros de Programación Competitiva como apoyo a la formación de estudiantes en Maratones de programación.

Sandra Marcela Guerrero
Calvache
Universidad de Nariño
Cra 44 B 19 B 18 Pandiaco
+573105273727

marcela1396@udenar.edu.co

Esteban Danilo Díaz Riascos
Universidad de Nariño
M4 C6 San Albano
+573173182131

stban94diaz@udenar.edu.co

Franco Esteban Córdoba
Pérez

Universidad de Nariño
Cra. 44A #18A-25 Pandiaco
+573154858962

franco12594@udenar.edu.co

RESUMEN

En este artículo se presenta la importancia de la creación de un semillero de programación competitiva en una Institución de Educación Superior, con el fin de incentivar y fortalecer la participación de más estudiantes en esta área, apoyándose a través de encuentros formativos en los cuales se instruye en diferentes temas relacionados con la solución de problemas en maratones de programación, haciendo que de esta forma se mejore de manera significativa los resultados en dichas competencias.

ABSTRACT

In this paper we describe the importance about the creation of sources of competitive research in a college for the purpose of to provide and to give the participation of more students in this area through formative meeting in where it is looked solving problems about marathons of programming doing of this way to improve the result of this competitions.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Categorías y Descriptores Temáticos

Computing methodologies: Logic programming and answer set programming.

Metodologías Computacionales: Lógica de programación y conjuntos de respuestas de programación.

Términos Generales

Semillero de programación competitiva, maratones de programación, plataformas de entrenamiento.

Palabras clave

Competitividad, Herramientas de Aprendizaje, Investigación, Juez Online, Maratón, Metodologías, Programación, Semillero, Tácticas.

Keywords

Competitiveness, Learning tools, Research, Online Judge Marathon, Methodologies, Programming, Source, Tactical.

INTRODUCCIÓN

La rama de la informática y computación trae consigo nuevas perspectivas que día tras día motiva a que más estudiantes integrados a ella, lleven a cabo investigaciones que consigo puedan traer propuestas innovadoras o quizá cambios significativos en proyectos anteriores. El propósito de estos es que generen un impacto para que más personas se vinculen a los mismos aportando conocimiento, ideas y que sirvan como apoyo a grupos de estudio que necesitan fortalecer sus metodologías que conlleven a grandes resultados.

Entre tanto, Las Maratones de Programación son un paradigma nuevo y tal vez no antes discutido, puesto que envuelve muchos factores de diversas ciencias, así como también se enfoca en el fortalecimiento de habilidades en programación, algoritmia, análisis lógico y matemático, con un acompañante clave a la hora de trabajar, el inglés.

OBJETIVOS

- Dar a conocer la metodología de aprendizaje a implementar en un grupo de estudiantes pertenecientes a un semillero de programación competitiva.
- Establecer las diversas técnicas y tácticas que un estudiante debe tener en cuenta al momento de participar en una maratón de programación.
- Evidenciar el impacto que algunas Universidades de Colombia han venido trabajando sobre maratones de programación consolidando así grupos de estudio en la preparación y entrenamiento de estas.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

Demuestra tus habilidades en Maratones de Programación

Las maratones de programación son competencias que han ido adquiriendo un auge mundial y donde el talento de muchos estudiantes de educación superior se ve reflejado en el esfuerzo que esto implica, dando así la oportunidad a que más puertas en el campo laboral estén abiertas para quienes participan en dichas competencias.

En Colombia y en otros países de Latinoamérica se incentiva a que la participación en estos concursos sea mayor, ya sea de manera virtual o en sedes presenciales estipuladas, justamente para que se empapen más de los temas que estos tratan, los veredictos que los jueces usan en el momento de la calificación y los posibles errores a presentarse con dichos programas, todo con el único objetivo para que el concursante se motive y reforme sus tácticas a la hora de programar.

Frente a esto muchas Instituciones de Educación Superior quieren que más equipos al lado de un coach constituyan un grupo de estudio a través de semilleros de investigación los cuales son una estrategia fundamental para que se aborden tópicos que no hayan sido tratados con anterioridad y que sea integrado por estudiantes de diferentes semestres, fomentando así el trabajo en equipo y también el desarrollo de nuevas habilidades y destrezas en los mismos.

Sin embargo para llegar a ello es necesario potenciar al estudiante para lograrlo, quizá la disciplina y el entrenamiento constante no sean suficientes; aspectos como la permanencia en las competencias a pesar de las falencias que puedan surgir también hacen que el aprendizaje sea más enriquecedor; justamente de estas dificultades nace el proyecto de Investigación en curso denominado: "Análisis de competencias requeridas en los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño para mejorar sus resultados en las maratones de programación"; el cual decide abordar esta temática principalmente como un reflejo de lo que se vivencia en una maratón, al igual que la limitada participación de algunos equipos

en dichos eventos impidiéndoles obtener un cupo a niveles más avanzados donde solo los más preparados tienen ese privilegio.

Este es un proyecto en donde el trabajo de campo y el uso de herramientas técnicas generará efectos positivos tanto para aquellos que en algún momento tuvieron la oportunidad de concursar y no lograron llegar más lejos o para otros que apenas están comenzando y aspiran a conseguir una preparación idónea que a través de las capacidades y pericias de muchos, hagan que el rendimiento competitivo se perfeccione significativamente.

La Competitividad en Maratones de Programación

Durante las maratones de programación el concursante toma un papel muy importante para implementar sus ideas en un ejercicio determinado y decidir si lo trabaja o no. Según su nivel y su persistencia en buscar la solución será su desempeño.

Tipos de Competidores:

- **Programador No Competitivo A.** Es un competidor muy confundido a la hora de resolver un ejercicio, ni siquiera reconoce el tipo de problema a trabajar. Al intentar codificar algo se orienta solamente por las entradas y salidas que este trae y al llevar a cabo sus intentos todos estos son fallidos. [1]
- **Programador No Competitivo B.** Es un tipo de competidor mucho más arriesgado, lee el enunciado y percibe que dicho problema lo ha visto con anterioridad, pero recuerda además que no ha logrado resolverlo satisfactoriamente. Posteriormente omite el ejercicio y prefiere leer el otro. [1]
- **Programador No Competitivo C.** El concursante de esta categoría tiene un desempeño un tanto lento, pero identifica el tipo de problema. Continúa por codificar las rutinas de entrada y salida, usa métodos recursivos y si hay errores los depura, lo envía a través de la plataforma online varias veces y solo hasta después de 3 horas la solución ya es aceptada. [1]
- **Programador Competitivo D.** Este a su vez tiene prácticas de programación más perfeccionadas y realiza la labor que hace un programador no Competitivo 3 en un tiempo menor o igual a 30 minutos. [1]
- **Programador Muy Competitivo E.** Es un concursante que trabaja arduamente con los ejercicios que se plantean en una maratón de programación y los resuelve de manera eficiente tomando en cada uno alrededor de 15 minutos. [1]

Frente a lo anterior se desea que el competidor se prepare más y trate de escalar las diferentes categorías hasta que se convierta en un programador muy competitivo. Para esto es necesario que desarrolle ciertas tácticas para lograr dicho objetivo.

- **Codificar Rápido:** En una maratón de programación es importante la velocidad en codificar correctamente la resolución del ejercicio pues esto incluso definiría el puesto y la puntuación del equipo al momento de clasificar. [1]
- **Identificar claramente el tipo de problema:** Existen alrededor de 10 tipos de problemas (Ad Hoc,

Búsqueda Completa, Divide y Conquista, Greedy, Programación Dinámica, Grafos, Problemas Matemáticos, Procesando Cadenas, Geometría Computacional y Otros duros problemas) con una manera específica de resolverse o con la combinación de 2 o más tipos para llegar a la solución. [1]

- **Hacer un Análisis más profundo al problema:** El competidor debe abstenerse de codificar hasta que encuentre el algoritmo más adecuado Además, la estrategia a usar debe ser eficiente tanto en tiempo como en espacio de memoria, teniendo en cuenta los tipos de datos para evitar desbordamientos. [1]
- **Manejo de diversos lenguajes de programación:** En las competencias se pretende que el concursante maneje al menos uno de los lenguajes de programación permitidos (C/C++ o Java) así como el saber dominar apropiadamente sus librerías estándar y sus diversas funcionalidades. [1]
- **Más Habilidades en el arte de Codificar:** Se busca que el equipo de trabajo mejore la percepción de ver el problema a una más dinámica, realizándole las pruebas necesarias con casos de prueba complejos y/o aleatorios, casos de prueba límites (relacionado con el tamaño de entrada y salida), inicialización de variables, etc. [1]
- **Practicar Rigurosamente:** Con sitios web que ayuden a mejorar las falencias que se tenga y que el crecimiento de nuevas habilidades sea más enriquecedor. [1]
- **Trabajo en Equipo:** Un equipo al lado de un buen entrenador motiva a que más estudiantes se integren a maratones de programación, y que se incentiven a proponerse nuevos desafíos. [1]

Semilleros de Programación Competitiva

Los Semilleros de Programación Competitiva son grupos de formación para estudiantes interesados en participar en maratones de programación y que a su vez desean aprender y perfeccionar a través de la investigación y el entrenamiento continuo, nuevas tácticas que conlleven a ser más competitivo. Es un espacio donde se comparten ideas, se exploran nuevos conocimientos y se profundizan temas que estimulan a una participación activa en dichas maratones, permitiendo así que personas con más experiencia contribuyan a que muchos estudiantes se vinculen.

¿Cómo Formar un Semillero de Programación Competitiva?

Un Semillero de Programación Competitiva se forma con estudiantes que les gusta explorar e indagar nuevos mecanismos y alternativas que dejen a un lado viejos paradigmas, para que así se adquiera y genere más conocimiento. Este se consolida partiendo de propuestas de equipos pequeños, con la ayuda de los docentes y personal capacitado los cuales hacen que los encuentros sean de gran interés al tratar con tópicos no antes vistos en las aulas de clase y/o complementar otros.

Herramientas y Tácticas

Muchos son los beneficios de contribuir a la creación de dicho Semillero más aun donde las Ciencias Computacionales integran de

forma continua conceptos de innovación, desarrollo y enfoque investigativo al igual que herramientas informáticas que permitan la interacción con dichas competencias y la profundización de otras líneas de campo y demás proyectos de gran relevancia.

Además de fortalecer el entrenamiento arduo de los equipos es indispensable que estos se sientan apoyados por plataformas virtuales que ayudan a mejorar las técnicas programáticas tales como Uva Juez Online, ACM ICPC Live Archive, USACO Training, Olimpiadas de Computación, Top Coder, entre otros, sitios muy reconocidos y donde se tiene muy en cuenta que al plantear ejercicios de diversos tipos, el participante se estimula a usar su creatividad para resolverlos en el menor tiempo posible. [2]

La Motivación en los estudiantes

Estimular a los estudiantes a participar de las maratones es un propósito el cual se fundamenta principalmente en hacer de estas actividades entretenidas, que ayuden a ejercitar la mente frente a cualquier tipo de situaciones lógicas y analíticas, desarrollando así más el pensamiento matemático lo que lleve a la búsqueda de soluciones efectivas. Además, la motivación es un factor primordial para que el entrenamiento de los equipos sea todo un éxito y para que estén atentos a desarrollar dichas actividades con entusiasmo y crezcan intelectualmente apoyándose en la experiencia de otros, encontrando nuevas formas de seguir aprendiendo cada día acerca del tema.

El impacto de un Semillero de Programación Competitiva

La idea de este tipo de Semilleros ha ido creciendo cada vez más en Universidades colombianas que desean reforzar esta área aprovechando los talentos de sus estudiantes. En la mayoría de estas sus resultados han sido realmente estupendos logrando avanzar mucho más lejos e incentivando a que las futuras generaciones no solo se vinculen, sino que tomen las riendas de estos proyectos fomentando la colaboración grupal para seguir aprendiendo.

Existen Instituciones de Educación Superior con una trayectoria bastante larga en este campo ya que vinculan asignaturas o cursos dedicados al análisis e implementación de algoritmos siendo estas un factor clave para que de antemano los estudiantes tengan mejores bases y su proceso de enseñanza no sea tan riguroso como para otras que aún no las tengan.

Entre algunos de los Semilleros de Programación Competitiva en Colombia están:

- **Semillero de la Universidad Tecnológica de Pereira. (Pereira- Risaralda):** Se han destacado por tener una excelente preparación en las maratones de programación evidenciándolo con los resultados que han obtenido tanto en las competiciones de entrenamiento como las oficiales. Fue en el 2012 donde se consolidó formalmente como semillero, contando hasta esa fecha con la experiencia de 5 participantes de competiciones latinoamericanas, asegurando un logro más en su trayectoria. [3]



Figura 1. Análisis estadístico de la participación de la Universidad Tecnológica de Pereira UTP en maratones de programación nacionales ACIS/REDIS. Fuente [4].

La figura 1, representa la trayectoria en participación de la UTP dentro de las maratones de programación nacionales destacando tres años considerables de gran importancia. Partiendo de sus inicios en el 2008 donde se puede observar su reducida participación y el bajo porcentaje en los resultados obtenidos aun así logrando la clasificación de un solo equipo man-Time Limited a la maratón regional sudamericana en ese entonces; seguido por el año 2012 donde se consolido el semillero de programación competitiva en esa universidad en el que se evidencia un aumento en la cantidad de grupos dentro de competencia y mejora en sus resultados, fue así que el equipo UTP-01 se destacó considerablemente del resto logrando un cupo directo a la maratón regional latinoamericana gracias al haber solucionado 8 ejercicios de 10, además también la clasificación de un segundo equipo UTP-03 el cual resolvió 1 ejercicio de 10 que para ese entonces les significo el paso a la siguiente ronda; finalmente en el 2015 tras tres años de trayectoria en el semillero la UTP logro la clasificación de sus 3 equipos participantes a la maratón regional latinoamericana destacando así el alto nivel de preparación.

- **Semillero de Programación Competitiva UCO (Universidad Católica de Oriente, Rionegro, Antioquia).** Formado por el grupo de Investigación GIMU, el cual ya lleva 3 años en su labor de formar a los estudiantes a entrenarse en las maratones de programación. Su labor ha crecido considerablemente, actualmente lo integran 25 estudiantes con el apoyo de dos entrenadores. Su metodología de trabajo consiste de Entrenamientos Cerrados (exclusivamente para los equipos que pretenden representar a la Universidad en las competencias oficiales) y los Entrenamientos abiertos (que están a disposición de la comunidad estudiantil que tenga interés en perfeccionar sus habilidades a la hora de programar). [5]
- **Semillero de la Universidad Francisco de Paula Santander.** (Cúcuta, Norte de Santander). Consolidado desde comienzos del 2015 perteneciente al Semillero de Investigación de Linux y Software Libre (SILUX), formando desde esa fecha el primer grupo de estudio dedicado a maratones de Programación.

Liderado por 2 estudiantes de la UPFS y su couch con experiencia en maratones desde 2014. Dicho grupo de estudio cuenta con estudiantes de segundo semestre en adelante y a través de las diferentes actividades planteadas, se busca reforzar sus conocimientos con las temáticas típicas de una maratón de programación. [6]

Abriendo caminos mediante un Semillero de Programación Competitiva en la Universidad de Nariño

Las competencias de programación son excelentes experiencias que enriquecen fuertemente el crecimiento profesional y apoyan el ingenio y la creatividad de los estudiantes. Es por eso que a partir de los factores mencionados con anterioridad nace la idea de formar el Semillero de Programación Competitiva en la Universidad de Nariño, todo con la intención de que la participación por parte de la comunidad estudiantil sea mayor y que los resultados de las Competencias a nivel nacional y regional mejoren considerablemente, como una meta donde se muestre el talento y las capacidades de los estudiantes y se consiga elevar el prestigio del establecimiento educativo como uno de los mejores en esta área.

Un buen Material de Trabajo para el semillero.

Desde que surgió la idea de formar un Semillero de Programación Competitiva en la Universidad de Nariño se ha planteado que las expectativas para que este prospere es apoyándose en un buen material de trabajo. Para ello, es sustancial que cada miembro del equipo este empapado de temáticas acerca de la metodología que radica en maratones de programación y que mediante sitios web y fuentes bibliográficas se dé a un seguimiento continuo a la información presentada con el único propósito de apropiarla a los conocimientos.

Por otro lado, el grupo investigativo se ha apoyado en la lectura del Libro Competitive Programming, el cual es un documento que ayuda a entrenar arduamente a un equipo con los ejercicios que este propone, al igual que el implementar los adecuados algoritmos y mejorar sus puntuaciones en las competencias clasificatorias.

Es un ejemplar bastante atractivo tanto para competidores, entrenadores o tal vez para otros que quieran aprender y tengan al menos conocimientos básicos en programación. Este a su vez contribuirá como guía para todos los asistentes del semillero gracias a los problemas que menciona y que están formulados a través de una plata-forma virtual de evaluación como lo es Uva Juez Online.

- **Metodología abierta.** Una metodología para desarrollarse en el Semillero es la de fomentar la cooperación entre los estudiantes y docentes, permitiendo así monitorear más fácilmente que tanto se ha logrado y que perspectivas se buscan proyectar. Ante esto se ha planteado que es vital concretar estos encuentros con pautas consecutivas que contribuyan a cumplir con los objetivos propuestos.
- **Clases dinámicas sobre el tema.** Se quiere que mediante el conocimiento y experiencia del grupo de investigación se brinde charlas formativas sobre los aspectos relevantes de dichas competencias, el planteamiento de ejercicios y la manera de resolverlos.

- **Resolución de Ejercicios a través de plataformas de evaluación en la Web.** Gracias a los diversos sitios online existentes se busca que los miembros del semillero hagan parte de ellos y que intenten resolver y enviar ejercicios para que se vayan acostumbrando a dominar el funcionamiento de dichas plataformas junto con sus postulados de evaluación.
- **Entrenamientos con la Red de Programación Competitiva (RPC) y/o con Colombian Collegiate Programming League (CCPL).** Con estos se busca que los estudiantes organizados en grupos de trabajo realicen su inscripción a dichas actividades y participen activamente de ellas durante todo el año, garantizándoles además un acompañamiento los días en que se lleven a cabo.
- **Temáticas de Profundización.** Es indispensable que los estudiantes no permanezcan con las dudas de los ejercicios que resuelven, sino que recurran a fuentes bibliográficas, videos que comparte la RPC o de sitios online para su mayor comprensión.
- **Integración a Grupos de Estudio.** Con la creación de un grupo en Slack por parte de algunas universidades de Colombia, se busca integrar a todos los competidores del país con la realización de maratones casi diarias para que se entrenen permanente-mente y se comparta material de estudio. [7]



Figura 2. Semillero de Programación Competitiva Udenar

RESULTADOS

Durante los primeros encuentros se ha buscado ante todo invitar a la comunidad estudiantil del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Nariño a interesarse a hacer miembro del Semillero de Programación Competitiva con el único objetivo de que ellos aprendan nuevas tácticas a la hora de participar en concursos de este tipo y se estimulen a formar equipos con capacidades analíticas y fuertemente arraigados al estudio investigativo. Por eso se ha comenzado por:

Desde el mes de Noviembre del 2015 se empezó invitando estudiantes de diferentes semestres del programa de Ingeniería de Sistemas para que se integren al Semillero de Programación Competitiva con el fin de que la comunidad estudiantil conozca más de esta idea y quiera vincularse a ella.

A partir del mes de Febrero del 2016 y durante todo el semestre se programó encuentros los días sábados con los estudiantes interesados en participar en maratones de programación para mostrar el funcionamiento de dichas competencias. El día 18 de Junio del 2016 se realizó la primera maratón interna con estudiantes de tercero, quinto y noveno semestre dentro de los cuales se seleccionó a tres de ellos para que junto con el grupo que está liderando el semillero represente a la Universidad en la próxima XXX Maratón Nacional de Programación ACIS/REDIS competencia nacional de programación, tradicionalmente organizada por ACIS la cual tendrá lugar en Septiembre 17 de 2016.

CONCLUSIONES

Con el artículo anteriormente presentado y tras el estudio y realización de un semillero de programación competitiva en varias universidades de Colombia incluida la Universidad de Nariño, se puede destacar la labor que se ha venido realizando para que exista mayor participación por parte de los estudiantes y que su interés en este tipo de competencias sea significativo motivándolos a la investigación y el trabajo en equipo.

Como un propósito para el futuro dentro del semillero es el de organizar un curso práctico, integrando una forma más didáctica y dinámica de integrar a los miembros y ofrecerles otra herramienta para su estudio, todo esto gracias a la Instalación un servidor que permita la evaluación de los problemas desarrollados lo que conllevaría a un acercamiento a un juez con sus respectivos veredictos junto con la posibilidad de realizar maratones internas para dicha preparación. Son muchas las metas que se quiere lograr con el desarrollo semanal de estos encuentros concretando aún más la participación y preparación estudiantil, lograr clasificar a las maratones regionales latinoamericanas y seguir entrenando día con día en un aprendizaje fuertemente enriquecedor.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo fue realizado bajo la supervisión del Ing. Gonzalo José Hernández Garzón, a quien nos gustaría expresar nuestro más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de este estudio.

A los compañeros, estudiantes y docentes de diversas Universidades de Colombia como lo son La Universidad Católica de Oriente, La Universidad Francisco de Paula Santander y la Universidad Tecnológica de Pereira quienes han trabajado por seguir conservando ese ímpetu investigativo en maratones de programación.

A los estudiantes de la Universidad de Nariño que acogieron la invitación de participar y aprender nuevos conceptos y conocimientos en el Semillero de Programación Competitiva.

REFERENCIAS

- [1] F. H. Steven Halim, *Competitive Programming 3. The New Lower Bound of Programming Contest.*, 2013.
- [2] S. G. G. S. G. A. Hugo Humberto Morales Peña, «Aprendizaje Colaborativo en los Equipos de Maratones de Programación de la Universidad Tecnológica de Pereira.» *Scientia et Technica Año XIX*, vol. 19, n° 3, pp. 299-305, 2014.
- [3] A. F. P. L. F. M. Julian Moreno, «Uso de ambiente virtual competitivo para el aprendizaje de algoritmos y programación

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- Experiencia en la Universidad Nacional de Colombia.» *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE 2013*, pp. 459-462, 2013.
- [4] ACIS, « Consolidado Maratones de Programación,» ACIS, 2015. [En línea]. Available: <http://acis.org.co/portal/content/consolidado-de-maratones-de-programacion>. [Último acceso: 22 Julio 2016].
- [5] D. C. Juan Felipe Cañizares, «Proceso de formacion en Maratones de Programacion en la Universidad Catolica de Oriente,» Rionegro-Antioquia, 2016.
- [6] G. Y. L. Angie Melissa Delgado, «Programacion Competitiva UFPS,» Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://programacioncompetitivaufps.github.io/index.html>. [Último acceso: 2 Junio 2016].
- [7] M. Pineda, «Maratones-Colombia,» Slack.com, Noviembre 2015. [En línea]. Available: <https://maratones-colombia.slack.com>. [Último acceso: 20 Diciembre 2015].



Simulación, control y visión artificial en drones

Héctor Julio Fúquene Ardila

Universidad Distrital.

hfuquene@hotmail.com

Resumen

El presente artículo pretende mostrar las formas mediante las cuales se puede controlar un drone, ya sea de forma autónoma, mediante un control remoto o mediante el uso de visión artificial.

Inicialmente, se tendrá en cuenta los movimientos que son posibles hacer con un UAV (Unmanned Aerial Vehicle), se analizarán las principales características a tener en cuenta en ambientes abiertos y principalmente en ambientes cerrados; miraremos cómo con la ayuda de un controlador PID (Proporcional, Integral y Derivativo) se puede realizar la puesta a punto de este tipo de robots. Adicionalmente se presentará de manera somera como se gobernaría una aeronave de este tipo a través de la odometría visual. Se presenta además algunos elementos necesarios para poder gestionar un drone como es el caso de librerías y paquetes especializados en robótica como ROS (Robot Operating System). En la parte final se presentará una primera aproximación de lo que podríamos considerar como un simulador de vuelo desarrollado en C++.

Palabras clave

Drone, visión artificial, odometría visual, PID, alabeo, cabeceo, guiñado.

Abstract

This article shows the ways in which a drone can be controlled either autonomously or by remote control or using artificial vision.

Initially, it will consider moves that are possible to do with a UAV (Unmanned Aerial Vehicle), the main features were analyzed to consider in open environments and mainly in closed environments; we will look at how with the help of a PID controller (Proportional, Integral and Derivative) can make the development of such robots. In addition will be presented in cursory manner in an aircraft of this type would be governed through the visual odometry. Some elements needed to manage a drone such as libraries and specialized packages in robotics as ROS (Robot Operating System) is also presented. At the end of a first approximation of what might be considered as a flight simulator developed in C++ will be presented.

Keywords

Drone, artificial vision, visual odometry, PID, roll, pitch, yaw.

Introducción

Un drone tiene tres movimientos fundamentales los cuales se deben controlar de forma remota, estos son: yaw (guiñado), roll(alabeo) y pitch(cabeceo). Para lograr los movimientos anteriormente expuestos, nos valemos de las funcionalidades de un controlador PID (Proporcional, Integral y Derivativo).

Estos tres parámetros son usados para el algoritmo de cálculo del controlador PID. Un controlador PID es un mecanismo de control que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener para aplicar una acción correctiva. En el figura No1. Vemos el diagrama de bloques de un controlador PID.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.

Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

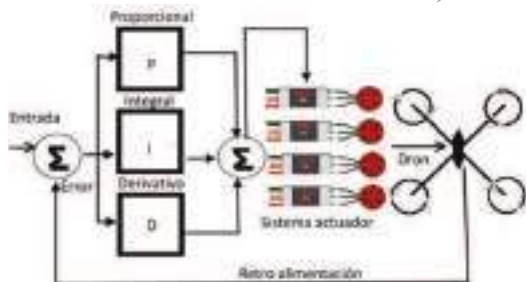


Figura No. 1. Diagrama de bloques de un PID.

Fuente: http://reaxion.utleon.edu.mx/ArtImprCalculodevariablesdecontrolPIDpara_DronesCuadcopter.html [2]

El PID tiene diversas aplicaciones: control de presión, flujo, fuerza, velocidad, aplicaciones químicas, etc.; pero, en el caso de los drones, se usa el controlador PID para tomar los datos de los sensores de la placa principal, para compararlos contra los valores esperados para aumentar o reducir la velocidad de los motores, y así ajustar la estabilidad del aparato.

Veamos las funciones del PID en cada uno de los movimientos:

En el control PID Roll (alabeo) o control de giro horizontal el equilibrio del dron se centra en este eje con lo que el control PID es crítico para evitar que el dron gire, a su vez tiene en cuenta que la libertad de maniobra tiene que ser la suficiente como para poder realizar maniobras a 360°.

Control PID Yaw (guiñada) o control de giro vertical evita que las fuerzas de movimiento de giro de las hélices hagan que el sistema gire sobre su propio eje, pero deja suficiente libertad para poder orientar la acción de maniobra izquierda y derecha.

Control PID pitch (cabeceo) o control de elevación mantiene el control de avance o retroceso del sistema dejando la libertad necesaria para acelerar o disminuir la velocidad si las maniobras lo requieren.

Son básicamente tres: yaw, pitch y roll (traducido es: guiñada, cabeceo y alabeo), estos son los ángulos de giro respecto a los ejes coordenados.

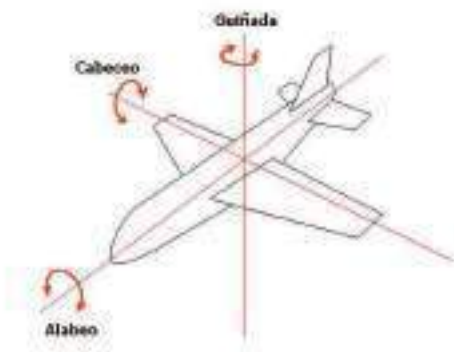


Figura 3: movimientos del dron

Fuente:

https://es.wikipedia.org/wiki/Mandos_de_vuelo [3]

Ángulos de navegación

Los ángulos de navegación son una forma de ángulos Eulerianos utilizados para movimientos y posicionamiento de objetos en el espacio. Sirven para saber la posición de un sistema móvil en un momento dado respecto del espacio con sistema de coordenadas fijo.

Se basan en describir la forma de alcanzar la posición final desde la inicial con tres rotaciones, llamadas yaw, (guiñada), pitch, (cabeceo) y roll, (alabeo), y el resultado final dependerá del orden en que se apliquen: primero el yaw, luego el pitch y por último el roll.

Explicación detallada de cada ángulo:

Pitch (Cabeceo): inclinación del morro del avión, o rotación respecto al eje ala-ala.

Roll (Alabeo): rotación intrínseca alrededor del eje longitudinal del avión

Yaw (Guiñada): movimiento del avión respecto del eje imaginario vertical que pasa por el centro de gravedad de la aeronave. Este eje es perpendicular al de cabeceo y al de balanceo, está contenido en un plano que pasa por el morro y la cola del aparato y que normalmente divide a este en dos partes simétricas

Pero que hace un PID?

Un PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por realimentación. Un controlador PID corrige el error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener calculándolo y sacando una acción correctora que puede ajustar al proceso acorde.

El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, asegurándonos que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero. El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce.

La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control como la posición de una válvula de control o la energía suministrada a un calentador, por ejemplo. Ajustando estas tres constantes en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso a realizar.

Funcionamiento

Para el correcto funcionamiento de un controlador PID que regule un proceso o sistema se necesita al menos un sensor que determine el estado del sistema, un controlador que genere la señal que gobernará al actuador y un actuador que modifique al sistema de manera controlada[5].

Sistemas de posicionamiento

Para que un *drone* pueda realizar un vuelo autónomo, se hace imprescindible que este

disponga de algún sistema que le permita conocer, si no su posición global, al menos su posición relativa al punto de despegue, así como la posición de cualquier obstáculo con el que pudiera colisionar mientras vuela.

Sistemas de posicionamiento en exteriores

Cuando se vuela en exteriores, es posible usar sistemas de posicionamiento satelital como GPS para conocer la posición en la que se encuentra la nave, esa posición global unida a un mapa permite al sistema conocer su localización con respecto al planeta y cualquier obstáculo registrado en el mapa. Para localizar y evitar posibles obstáculos que no estén registrados en el mapa, se pueden usar sistemas de apoyo basados en sensores de laser o visuales.

Sistemas de posicionamiento en interiores

En interiores la tarea se hace bastante más difícil, normalmente no se dispone cobertura GPS, por lo que es imprescindible usar un sistema alternativo. Estos sistemas pueden estar basados una o varios de las siguientes tecnologías:

Balizas

Originalmente consistía en una serie de transmisores de radio instalados en posiciones fijas y bien conocidas. De este modo, se puede usar un sistema de triangulación de señal (similar al usado en el GPS) para determinar la distancia del *drone* con respecto a tres o más balizas y, por lo tanto, con respecto a cualquier punto conocido en el mapa. Hoy en día se usan también balizas ópticas que son captadas por cámaras e identificadas para inferir la posición. También han evolucionado los tipos de balizas de radio, adaptándose a nuevas tecnologías como WiFi, Bluetooth, Zigbee, RFID, etc.

Láser

Una serie de medidores de distancia laser, informan al *drone* sobre la distancia con respecto a cualquier posible obstáculo que pueda haber a su alrededor. Esa información se puede usar para determinar su posición relativa al punto de despegue o a un punto de vuelo determinado.

Visual (cámaras)

Basado en odometría visual, una técnica que permite inferir la posición del *drone* en base a las variaciones en la imagen captada por una o más cámaras situadas en puntos estratégicos de la nave.

Elementos de software, hardware y comunicaciones

El protocolo de comunicaciones MAVLink

Se trata del “Micro Air Vehicle Communication Protocol”, una librería muy ligera para micro vehículos aéreos, que nos permite recibir los datos de la placa principal y enviarle los comandos. Esta librería puede empaquetar estructuras C a través de los canales serie con mucha eficiencia y enviar dichos paquetes a la estación de control en tierra. Ha sido muy probada en las plataformas PX4, PIXHAWK, APM y Parrot AR, sirviendo como núcleo para las comunicaciones MCU/IMU y también entre procesos Linux y el enlace de comunicaciones con tierra. El código fue liberado por primera vez en 2009 bajo licencia LGPL por Lorenz Meier.

Raspberry Pi

Raspberry Pi es la denominación de una serie de ordenadores de una sola placa del tamaño de una tarjeta de crédito, desarrollada en Gran Bretaña por la Raspberry Pi Foundation con la intención de promover la enseñanza básica de informática en las escuelas. Es un dispositivo que permite a personas de todas las edades explorar la computación, y aprender a programar en lenguajes como Scratch y Python. Es capaz de hacer todo lo que se espera que pueda hacer de un computador de escritorio, desde navegar por Internet y reproducir video de alta definición, trabajar hojas de cálculo, procesadores de texto, jugar juegos o controlar robots.

Software

El Raspberry Pi usa mayoritariamente sistemas operativos basados en el núcleo Linux. Raspbian, una distribución derivada de Debian que esta optimizada para el hardware de Raspberry Pi, se lanzó durante julio de 2012 y es la distribución recomendada por la fundación para iniciarse. Para sorpresa de muchos, recientemente Microsoft ha decidido dar soporte para poder instalar Windows 10 en la última versión (v. 2) de Raspberry Pi. En la actualidad, estos son los principales sistemas operativos disponibles para la Raspberry Pi:

Android ,Arch Linux ARM, Debian Wheezy Soft-Float,(versión de Debian sin soporte, para coma flotante por,hardware) , Firefox OS, Gentoo Linux , Google Chromium OS, Kali Linux, Open webOS , PiBang Linux (distribución Linux derivada de Raspbian con diferente escritorio y aplicaciones), AROS, RISC OS, FreeBSD, NetBSD107 y Windows 10 entre otros.

ROS

Es una colección de frameworks para desarrollo de software para robots que proporciona la funcionalidad de un sistema operativo en un cluster

informático heterogéneo. ROS provee servicios estándar del sistema operativo como abstracción de hardware, control de dispositivos de bajo nivel, implementación de las funciones utilizadas normalmente, paso de mensajes entre procesos y gestión de paquetes. El conjunto de procesos en ejecución basados en ROS son representados en un grafo donde el procesamiento se realiza en los nodos, que pueden recibir, enviar y multiplexar mensajes de sensores, control, estado, planificación y actuadores, entre otros. A pesar de la importancia de la reactividad y baja latencia en los sistemas de control de un robot, ROS en si mismo no es un sistema operativo en tiempo real, aunque es posible integrar ROS con código en tiempo real. El ecosistema de software de ROS puede dividirse en tres grupos:

Lenguajes y herramientas independientes del lenguaje utilizadas para la creación y distribución de software basada en ROS.

Implementaciones de biblioteca de cliente ROS como *roscpp*, *rospy* y *roslisp*.

Paquetes que contienen código relacionados con la aplicación que utiliza una o más bibliotecas de cliente ROS.

Las herramientas independientes del lenguaje y las bibliotecas principales de cliente (C++, Python y LISP) son liberadas bajo los términos de la licencia BSD y como tal es software de código abierto y gratis tanto para usos comerciales como para investigación.

Infraestructura de comunicaciones

En el nivel más bajo, ROS ofrece una interfaz de paso de mensajes que proporciona comunicación entre procesos que común mente se conoce como un *middleware*. El *middleware* ROS ofrece las siguientes facilidades:

Paso de mensajes

Un sistema de comunicación es a menudo una de las primeras necesidades que surgen en la implementación de una nueva aplicación de robot. El sistema de mensajería integrado en ROS ha sido exhaustivamente probado, y ahorra tiempo mediante la gestión de los detalles de la comunicación entre nodos distribuidos a través del mecanismo de publicación suscripción anónima de mensajes. Otra ventaja de utilizar un mensaje que pasa por el sistema es que obliga a implementar interfaces claras entre los nodos, mejorando así la encapsulación y facilitando la reutilización de código. La estructura de estas interfaces de mensajes se define en el “mensaje IDL” (Interface Description Language).

Grabación y reproducción de mensajes

Debido a que el sistema de publicación suscripción es anónimo y asíncrono, los datos pueden ser capturados y reproducidos fácilmente sin cambios en el código. Si, por ejemplo, una tarea A lee datos de un sensor, y una tarea B está procesando los datos producidos por A, ROS hace que sea fácil capturar los datos publicados por la tarea A en un archivo y, a continuación, volver a publicar los datos almacenados en un momento posterior. La abstracción del paso de mensajes permite que la tarea B sea indiferente con respecto a la fuente de los datos, que podría ser de la tarea A o del archivo de registro. Este es un patrón de diseño de gran alcance, que puede reducir significativamente el esfuerzo de desarrollo y promover la flexibilidad y modularidad en el sistema.

Petición/respuesta de llamadas a procedimiento remoto

La naturaleza asíncrona de publicación suscripción de mensajería funciona para muchas necesidades de comunicación en robótica, pero a veces se requieren interacciones sincrónicas de petición respuesta entre los procesos. El *middleware* ROS proporciona esta capacidad usando los servicios. Al igual que los mensajes, los datos que se envían entre los procesos en una llamada de servicio se definen con el mismo y sencillo “mensaje IDL”

Sistema de parámetros distribuidos

El *middleware* de ROS también proporciona una forma para que las tareas de compartan información de configuración a través de un almacén global clave-valor. Este sistema le permite modificar fácilmente los parámetros de una tarea, e incluso permite que una tarea pueda cambiar la configuración de otras.

Visión Artificial

La visión artificial o visión por computador es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por un computador. Tal y como los humanos usamos nuestros ojos y cerebros para comprender el mundo que nos rodea, la visión por computador trata de producir el mismo efecto para que las computadoras puedan percibir y comprender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. Esta comprensión se consigue gracias a distintos campos como la geometría, la estadística, la física y otras disciplinas. La adquisición de los datos se consigue por varios medios como secuencias de imágenes, vistas desde varias

cámaras de video o datos multidimensionales desde un escáner médico.

Algoritmos de visión robótica SIFT

El algoritmo SIFT es un algoritmo de visión artificial ¹ publicado originalmente por David Lowe en 1999 que se encarga de extraer características distintivas de las imágenes en escala de grises. Mediante estas, es posible luego reconocer dicha imagen dentro de una base de datos o incluso dentro de otra imagen mayor con otra cantidad de elementos en desorden. Estas características son invariantes a factores de escala, traslación, rotación y parcialmente invariantes a cambios de iluminación y afinidades.

Librerías

Aparte de todas las funcionalidades provistas directamente por ROS, es necesario el uso de algunas librerías alternativas como OpenCV y GSL para realizar la captura y el procesamiento de las imágenes.

OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision) es una librería de funciones de programación orientadas principalmente a la visión por ordenador en tiempo real, desarrollada por el centro de investigación de Intel Rusia en Nizhny Novgorod, ahora apoyada por Willow Garage y Itseez. Es gratuita para uso bajo la licencia BSD de código abierto. La librería es multiplataforma. Se centra principalmente en el procesamiento de imágenes en tiempo real. Además es capaz de aprovechar optimizaciones nativas de procesadores como Intel para incrementar su rendimiento al máximo. Esta librería venía "integrada" en ROS hasta la versión Hydro Medusa, es decir, que no era necesaria su instalación por separado. A partir de Indigo Igloo esto ha cambiado y sí que es necesario instalarla en el sistema para poder ser usada, lo cual es una ventaja más que un inconveniente.

Los módulos principales que contiene OpenCV son:

CORE: donde se definen las estructuras de datos básicas que utilizan el resto de módulos.

IMGPROC: módulo de procesamiento de imágenes, donde se encuentran funciones para el filtrado lineal/no lineal, transformaciones afines, conversión del espacio de color, histogramas....

VIDEO: módulo de análisis de video que incluye algoritmos para la estimación del movimiento, extracción del fondo y seguimiento de objetos.

CALIB3D: Algoritmos básicos de visión múltiple como calibración de cámaras estéreo, correspondencia o reconstrucción 3D.

FEATURES2D: detectores de características, descriptores y comparadores de imágenes.

OBJDETECT: detección de objetos e instancias de las clases predefinidas, utilizando clasificadores Cascade o Haar¹.

HighGUI: todo lo relacionado a la interfaz gráfica de OpenCV y las funciones que permiten importar imágenes y video.

GPU: algoritmos acelerados por hardware para distintos módulos OpenCV.

ML: machine learning (redes neuronales y procesos de aprendizaje computacional)

FLANN: uso eficiente de clúster y navegación en bases de datos.

GNU Scientific Library

GNU Scientific Library (GSL) es una biblioteca numérica para C y C ++ que ofrece una amplia gama de rutinas matemáticas tales como generadores de números aleatorios, funciones especiales y mínimos cuadrados. Hay más de 1.000 funciones en total con una extensa serie de pruebas. De todas ellas, en el desarrollo de este trabajo se usan las relativas a la minimización por mínimos cuadrados. GSL es software libre bajo la Licencia Pública General de GNU.

¿Qué es la odometría?

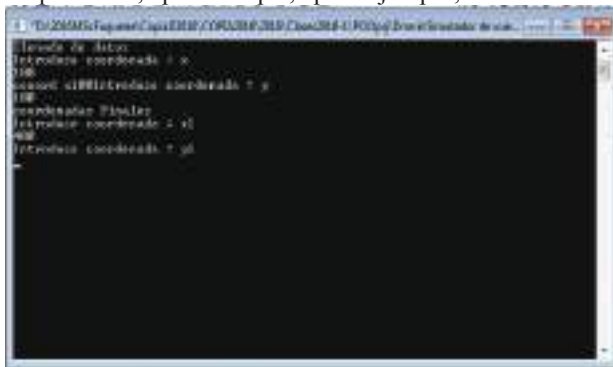
La palabra odometría se compone de las palabras griegas *odos* (que significa "camino") y *metron* (que significa "medida"). La odometría consiste en el uso de datos de sensores de movimiento para estimar cambios de posición a lo largo del tiempo. Esta técnica la utilizan algunos robots, tanto voladores como terrestres, para estimar (no determinar) su posición relativa a un lugar de referencia. Este método no es preciso, pues no se basa en medias fiables, por eso se usa como sistema de estimación. A corto plazo, los errores de medida suelen ser despreciables, pero si espera el tiempo suficiente, la acumulación de todos los errores de medida llega a ser muy considerable, por lo que se hace necesaria la intervención de algún otro sistema corrector que (atendido o desatendido) restablezca el sistema y especifique de algún modo cuál es su posición real con respecto al punto de referencia inicial. Por otro lado, esta técnica se basa en ecuaciones matemáticas no muy complejas, por lo que su coste computacional es económico, es mucho más bajo en comparación con otros sistemas más sofisticados. Si se requiere gran grado de precisión, el uso de la odometría no es recomendable, pero para casos como el que ocupa este trabajo puede ser suficiente, pues no se trata un sistema crítico. Si el *drone* se desvía lentamente de su posición inicial, esta puede ser corregida ocasionalmente por control remoto, pero gracias al

¹ Cascade o Haar son algoritmos de detección de objetos que están implementados en las librerías de OpenCV.

sistema implementado, el número de veces que se debe intervenir para mantener al *drone* en su posición se ve reducido considerablemente.

¿En qué consiste la odometría visual?

En robótica y visión artificial, la odometría visual es el proceso de determinar la posición y orientación de un robot mediante el análisis de las imágenes de las cámaras asociadas. Se ha utilizado en una amplia variedad de aplicaciones robóticas, como en los *Mars Exploration Rovers*. Los sistemas de odometría tradicionales se basan en el uso de los datos del movimiento de los actuadores para estimar el cambio en la posición en el tiempo a través de dispositivos, tales como codificadores giratorios para medir rotaciones de la rueda. Si bien es útil para muchos vehículos de ruedas o tipo oruga, las técnicas de odometría tradicionales no se pueden aplicar a los robots móviles con métodos de locomoción no estándar, tales como robots con patas. Además, como ya se ha comentado, la odometría sufre universalmente de problemas de precisión, puesto que, por ejemplo, las ruedas



tienden a deslizarse sobre el suelo creando una distancia de viaje no uniforme en comparación con las rotaciones de la rueda. El error se agrava cuando el vehículo opera en superficies no lisas. Sin embargo, la odometría visual mejora considerablemente la precisión de navegación en cualquier tipo de robots o vehículos, independientemente del sistema de locomoción que usen, así como de las características de la superficie sobre la que se desplacen.

Figura No. 3. Interfaz del simulador. Fuente. Autor

¿En qué consiste la homografía?

Dadas dos imágenes del mismo plano tomadas desde dos puntos de vista diferentes, es posible relacionar los puntos en común de ambas imágenes mediante la matriz de transformación "H". La homografía es el proceso de obtención de dicha matriz a partir de las nubes de puntos obtenidas de cada una de las imágenes de modo que se pueda realizar la simulación y el control de un AUV en un ambiente controlado teniendo como referencia un ambiente de simulación, un simulador y un

controlador. La idea es poder establecer control sobre el AUV mediante una aplicación software que a futuro sea capaz de identificar su posición actual y seguir una trayectoria determinada corrigiendo la trayectoria cuando haya necesidad.

Nube de puntos

Una nube de puntos es un conjunto de vértices en un sistema de coordenadas tridimensional. Estos vértices se identifican habitualmente como coordenadas X, Y, y Z y son representaciones de la superficie externa de un objeto. Las nubes de puntos se crean habitualmente con un láser escáner tridimensional.

Primera aproximación a un simulador en C++

Teniendo en cuenta los elementos anteriormente expuestos, se realizó la primera aproximación a lo que será un simulador y controlador de vuelo de un drone; para ello, se realiza lo que podríamos llamar un escenario, un simulador y un controlador del vehículo.

Inicialmente, el control del vehículo será simulado por unas coordenadas consignadas en un archivo plano el cual es leído por la aplicación, estas corresponderán al punto inicial y final de una trayectoria de vuelo sobre la cual se ubicará además un obstáculo que el vehículo deberá esquivar.

A continuación se presenta el interfaz inicial de la aplicación en la figura No. 3.



Figura No. 4. Captura de datos iniciales. Fuente. Autor

Una vez se comienza se ejecuta el programa que lee los datos de entrada como se muestra en la figura No.4.

Luego, de acuerdo a las coordenadas iniciales el UAV inicia su recorrido, cabe anotar que el obstáculo siempre se ubica de forma aleatoria. Esto lo podemos apreciar en la figura No. 5 y 6 que correspondería al escenario de navegación.



Figura No. 5. Escenario inicial UAV. Fuente. Autor



Figura No. 6. Escenario inicial UAV con obstáculo. Fuente. Autor

A continuación se presentan los apartes más relevantes del código en C++ utilizado en el simulador. Se utilizó además la librería allegro para el ambiente visual.

```

Clase que lee y valida datos de entrada
class Coordenadas
{
    BITMAP *fondoLeer ;
    BITMAP *buffer;
public:
    struct datos
    {
        string x,y,x1,y1;
    }coord;
    Coordenadas();
    string leer(char c[]);
    void llenarDatos();
    void crearArchivo(void);
};
    
```

El prototipo de la clase “drone” lo podemos ver a continuación, esta realiza todos los procesos.

```

class Dron
{
private:
    int largo =1320, ancho =680;
    int limite_x = largo/40;
    int limite_y = ancho/40;
    BITMAP *buffer;//guarda todo lo grafico
    
```

```

    BITMAP *dron;
    BITMAP *obstaculo;
    BITMAP *torre;
    BITMAP *nube;
    BITMAP *fondoDron ;
    SAMPLE *sonido1; //carga el contenido del
sonido
    int obstaculo_x,obstaculo_y;
    int nube_x,nube_y;
    public:
    struct datos
    {
        int x,y,x1,y1;
    }coord;
    Dron(void);
    void leer(void);
    void dibujarDron(void);
    void generarObstaculo(void);
    void dibujarObstaculo(void);
    void dibujarNube(void);
    void moverNube(void);
    void dibujarTorre(void);
    void controlador(void);
    void validarLimitesVuelo(void);
    void actualizar_posiciones(void);
    bool ColisionObstaculo(void);
    bool llegoEstacion();
    void sonido(void);
};
    
```

Conclusiones

Para la simulación de este tipo de robots aéreos en un ambiente cerrado es indispensable utilizar sensores con los cuales determinar la posición relativa de la aeronave y determinar la ruta deseada.

La odometría es utilizada para el posicionamiento de robots, esto con sensores ubicados en las ruedas, en el caso de los drones esto es posible pero con la utilización de cámaras de video y el uso de la visión artificial.

La construcción y el uso de drones es cada vez más frecuente, y en áreas tan diversas como el ocio, el trabajo; inclusive es frecuente encontrar competencias en donde se pone a prueba la creatividad y habilidad en el manejo de UAVs.

Trabajo futuro

Armar un prototipo de AUV con el cual se pueda realizar toda la programación para la simulación y control.

Programar un PID para controlar los movimientos de un drone por medio de un computador y este sea totalmente autónomo.

Realizar las aplicaciones para controlar el drone utilizando odometría visual en un ambiente cerrado.

Referencias

- [1]<http://dronesdecarreras.com/pid-para-cuadricopteros-que-es/>
- [2]http://reaxon.utleon.edu.mx/Art_Impr_Calculo_de_variables_de_control_PID_para_Drones_Cuadcopter.html

- [3] https://es.wikipedia.org/wiki/Mandos_de_vuelo
- [4] http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf
- [5] <http://www.bogotobogo.com/cplusplus/files/OREilly%20Learning%20OpenCV.pdf>
- [6] http://www.scipy-lectures.org/_downloads/PythonScientific-simple.pdf
- [7] http://www.ganimides.ucm.cl/haraya/doc/Intrduc_Allegro.pdf
- [8] <http://devcpp-allegro.blogspot.com.co/2013/02/transparencias-con-allegro-4.html>
- [9] L-3 Communication. (2010, Julio 15) Compact, multi band data link. [En línea]. Disponible: <http://www.aeromet.com/products-services/docoutput.aspx?id=1314>
- [10] UAV MarketSpace. Ground Control Stations. [En línea]. Disponible: <http://www.uavm.com/uavsubsystems/groundcontrolstations.html>
- [11] J. McHale, (2010, Junio 18). Ground control stations for unmanned aerial vehicles (UAVs) are becoming networking-hub cockpits on the ground for U.S. unmanned forces. [En línea]. Disponible: <http://www.militaryaerospace.com/articles/2010/06/ground-control-stations.html>
- [12] Robert Valdes, How the Predator UAV Work. [En línea]. Disponible: <http://www.uavm.com/uavsubsystems/groundcontrolstations.html>
- [13] <https://simulaciondeprocesosudenar.wordpress.com/control-proporcional-integral-derivativo-pid-y-estabilidad-de-sistemas-dinamicos/>
- [14] <https://tejonbiker.wordpress.com/drones-desde-cero/>
- [15] <http://ingenio-triana.blogspot.com.co/2015/12/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-drones.html>
- [16] <http://www.juegos.com/juego/simulador-de-vuelo-de-drones>
- [17] <http://escueladepilotosdedrones.com/estructura-y-calendario/>
- [18] <http://dronespeak.com/dronespeak-vocabulary/unmanned-vehicle-system-uvs/unmanned-aerial-vehicle-system-uas/unmanned-aerial-vehicle-uav/propulsion-system/uav-electrochemical-mechanical-propulsion/electronic-speed-control-esc/>
- [19] <http://drone.academy/>
- [20] <https://www.youtube.com/watch?v=hdYoySaTYrM>
- [21] https://www.youtube.com/watch?v=1_0PiZi4vK0
- [22] <https://www.youtube.com/watch?v=TTqevQ4lfvQ>
- [23] https://www.youtube.com/watch?v=_IVpJulHfFY
- [24] https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_PID



Sistema de entrenamiento para habilidades quirúrgicas en cirugía laparoscópica con fines educativos.

Raúl Bruno
Sánchez
Universidad
Autónoma de
Guerrero
Unidad Académica de
Ingeniería
Tel. 52-7471229692
rbruno@uagro.mx

Carlos Eymard
Zamacona López
Universidad Autónoma de
Guerrero
Unidad Académica de
Ingeniería
Tel. 52-7471525745
cezamacona@uagro.mx

Antonio Alarcón
Paredes
Universidad Autónoma de
Guerrero
Unidad Académica de
Ingeniería
Tel. 52-7471300860
aalarcon@uagro.mx

Gustavo A. Alonso
Silverio
Universidad Autónoma
de Guerrero
Unidad Académica de
Ingeniería
Tel. 52-7471122838
gsilverio@uagro.mx

RESUMEN

Los sistemas de entrenamiento en cirugías laparoscópicas han sido una gran aportación tecnológica. Debido a que ha habido varios trabajos que han tratado de desarrollar un sistema que pueda objetivamente calificar el rendimiento de usuarios por medio de diversas técnicas como procesamiento de imágenes, procesamiento de señales y análisis estadísticos. En el presente trabajo se presenta un sistema embebido para entrenar a usuarios en cirugías laparoscópicas. El sistema está programado en el lenguaje de programación Python, y junto con las librerías de OpenCV se implementó en una Raspberry Pi.

Con el uso de la realidad aumentada se realizaron dos tareas que simulan ejercicios quirúrgicos, las tareas consisten en la coordinación mano-ojo y recorrido de una ruta. Participaron 10 usuarios quienes no tienen experiencia previa en cirugías laparoscópicas, previamente se hizo la demostración de cada tarea a realizar. El entrenamiento se realizó durante 5 días, para la tarea

1 se realizaron 6 repeticiones y en la tarea 2 fueron 5 repeticiones por cada día. En los resultados obtenidos, se puede observar una mejoría, en la tarea 1 la disminución de tiempo y error, en la tarea 2 entre más veces se pueda repetir, el número de aciertos va incrementando.

Este sistema es una opción viable para entrenar a estudiantes novatos en cirugías mínimamente invasivas ya que propone el bajo costo en su implementación pues utiliza componentes de open hardware y open software y los datos obtenidos por el sistema tienen la potencialidad de ser usados con cualquier herramienta de clasificación para poder clasificar las habilidades quirúrgicas del usuario entre expertos y no expertos sin necesidad de utilizar software extra.

ABSTRACT

Training systems in laparoscopic surgeries have been a great technological contribution. Because there have been several studies that have tried to develop a system that can objectively quantify the performance of users through various techniques such as image processing, signal processing and statistical analysis. This project presents an embedded system to train users in laparoscopic surgeries is presented. The system is programmed in Python programming language, and OpenCV libraries implemented in a Raspberry Pi.

With the use of augmented reality two tasks that simulate surgical exercises were performed tasks consist of hand-eye coordination and travel a route. They participated 10 users who have no prior experience in laparoscopic surgeries previously demonstration of each task was to perform. Training was conducted for 5 days.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México. Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Every day 6 repetitions for task 1 and 5 for task 2 were performed. The results shows an improvement in task 1 decreasing time and error, in task 2, the number of successes is increased with more repetitions performed.

This system is a viable alternative to train novice students in minimally invasive surgery as proposed low cost implementation as it uses components of open hardware and open software and data obtained by the system have the potential option to be used with any analytical tool to classify the user's surgical skills between expert and non-experts without using additional software.

Palabras clave

Realidad Aumentada, Sistema Embebido, Cirugía Laparoscópica, Raspberry Pi, Habilidades Quirúrgicas, Python, OpenCV.

Keywords

Virtual Reality, Embedded System, Laparoscopic Surgery, Raspberry Pi, Surgical Skills, Python, OpenCV.

INTRODUCCIÓN

La cirugía laparoscópica o cirugía mínimamente invasiva es una técnica quirúrgica la cual se utiliza para realizar una operación lo cual se hace a través de pequeñas incisiones en el abdomen, en donde se introducen cámaras, pinzas y otros aparatos muy pequeños que permiten manipular los órganos internos sin tener que abrir el abdomen del todo, esto ofrece al paciente un período de recuperación más corto y con dolor mínimo, resultados más estéticos, y períodos cortos de hospitalización [1].

El estudio de habilidades psicomotoras para indicar potencial para ciertas tareas se ha incrementado en los últimos años. Algunas características que se evalúan son: coordinación mano ojo, orientación espacial, percepción de profundidad, entre otras. En el área de la endoscopia se busca encontrar el estándar de calidad óptimo para poder evaluar las habilidades de los cirujanos [2].

Panait L. et al. (2011) demostró la falta de relación entre la autoevaluación y la habilidad quirúrgica lo que sugiere que los especialistas tienden a auto sobrevalorarse. Así como en la autoselección en programas de residencia médica, los candidatos no están seguros de su verdadero potencial [3].

A pesar de los trabajos existentes, por ejemplo el EndoViS (Endoscopic Orthogonal Video System) que es un sistema de formación y evaluación objetiva de las habilidades psicomotrices de los cirujanos. El software se encuentra en una computadora personal para guardar los movimientos de los instrumentos [4]. EVA (Endoscopic Video Analysis) es un sistema para obtener los movimientos de los instrumentos laparoscópicos basado en el seguimiento de video [5]. SimSurgery SEP (SimSurgery Surgical Education Platform), un simulador que hace uso de una herramienta de cámara la cual es muy parecida a la manipulación de un laparoscopio[6]. En los trabajos anteriores, el análisis de los datos lo realizan con el programa SPSS (SPSS Inc., Chicago, USA). Algunos trabajos [5,7,8] hacen uso de otras herramientas para su funcionamiento.

Los trabajos antes mencionados son demasiado costosos además tienen un mantenimiento muy costoso al necesitar de personal especializado para manipularlos.

En trabajos que hacen uso de simuladores de laparoscopia, las sesiones son grabadas, esto permite que los evaluadores puedan observar después el desempeño de cada uno de los participantes y eso les permite seleccionar a los candidatos con mejor desempeño[9].

Con el fin de encontrar una manera para mejorar las habilidades quirúrgicas han hecho uso de consolas de videojuegos como el videojuego Marblemania® y la consola de Nintendo Wii® (Nintendo Co., Japón) que fue utilizado para evaluar la práctica continua y desarrollo de las habilidades fundamentales para cirugías quirúrgicas [10].

Por todo lo anterior es necesario contar con un sistema entrenador que pueda evaluar las habilidades quirúrgicas de médicos residentes de una forma objetiva y no signifique tener que pagar un alto costo por obtener dicha evaluación, todo esto con el uso de uso de open hardware y open source. De esta manera será posible usarlo en la educación ya que al ser de open source, puede ser modificado para las diferentes lugares desde el hogar hasta las universidades o centros donde tengan médicos residentes y que no cuentan con un presupuesto alto.

MATERIALES Y METODOS

Para practicar técnicas quirúrgicas en cirugías laparoscópicas se necesitan de varios componentes. En este trabajo se explica la manera de construir un sistema entrenador con componentes de fácil acceso y económicos sin tener la necesidad de tener los componentes exclusivos de una cirugía laparoscópica.

Un maniquí con forma de un torso humano se utilizó para la construcción del espacio de trabajo. En la parte anterior del abdomen se realizaron cuatro orificios, tres son para los instrumentos y uno para la cámara. Para la iluminación del espacio de trabajo se utilizó una tira de leds blancos de 1.79 metros con alimentación de 12 V. Los LEDS están colocados en el interior del maniquí en la parte superior. Para una mejor iluminación el maniquí se pintó de color blanco. Para el sistema se utilizó una Raspberry Pi 2, en la cual se conecta un teclado, mouse y la cámara para transmitir el video en una resolución de 640x480px a cualquier pantalla que tenga entrada HDMI o VGA, como se observa en la figura 1.

Dos tareas fueron diseñadas para simular ejercicios quirúrgicos.

1. Seguimiento de una ruta: Recorrer una espiral generada por el sistema, después es mostrada en pantalla.
2. Coordinación mano-ojo. Pasar círculos de un lado a otro de la pantalla, los círculos son generados por el sistema y aparecen aleatoriamente.

La primera tarea es el seguimiento de un recorrido, la simulación de un corte, el sistema genera una espiral formada por 229 coordenadas que se encuentran en un archivo (csv). La espiral se muestra en el centro de la pantalla, ver figura 2. El usuario con el instrumento realiza el recorrido guiándose por la espiral en pantalla, el punto de inicio es del centro de la espiral marcada con un círculo azul y el final está marcado con un círculo rojo. El sistema detecta el marcador de color verde colocado en la punta del instrumento.

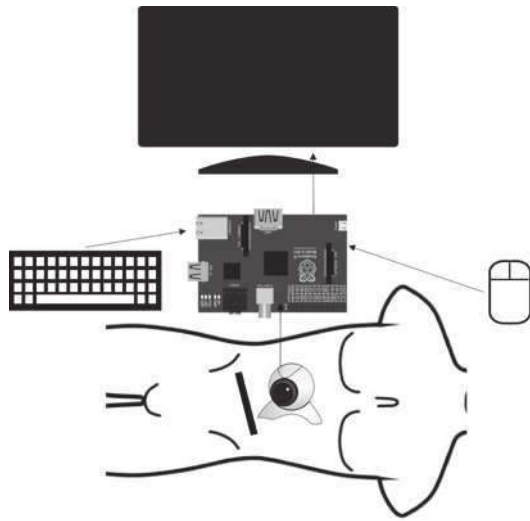


Figura 1. Esquema del sistema entrenador.



Figura 2. Tarea 1: seguimiento de una espiral.

Cuando el marcador es colocado en el inicio, el tiempo es activado y las coordenadas del marcador son guardadas en un archivo (csv). Al finalizar la tarea, el sistema guarda el tiempo (s) en que se realizó la tarea.

La segunda tarea, ver figura 3, consistió en pasar círculos de un extremo a otro de la ventana de la aplicación. El sistema genera 15 círculos azules y rojos, los primeros colocados en la parte izquierda de la ventana y los otros en la parte derecha.

Para iniciar la tarea, el marcador debe de ser colocado en cualquier círculo azul y después colocarlo en un círculo rojo. Al momento de que un círculo azul es puesto sobre un círculo rojo estos desaparecen.



Figura 3. Tarea 2: coordinación mano-ojo.

El tiempo para realizar la tarea es de 120 segundos [5]. Los datos registrados en el archivo (csv) son: los recorridos realizados (coordenadas x,y), el número del círculo que fue trasladado y cantidad de círculos trasladados satisfactoriamente.

La interfaz gráfica de la aplicación se puede ver en figura 4. La interfaz tiene las opciones para abrir las dos tareas realizadas y cuenta con una opción de ejercicio libre. La opción de ejercicio libre no tiene una tarea programada, ya que en esta pueden realizar una tarea real de entrenamiento quirúrgico. Los datos que guarda son el seguimiento del marcador (coordenadas x,y) y el tiempo en que se realiza la tarea.

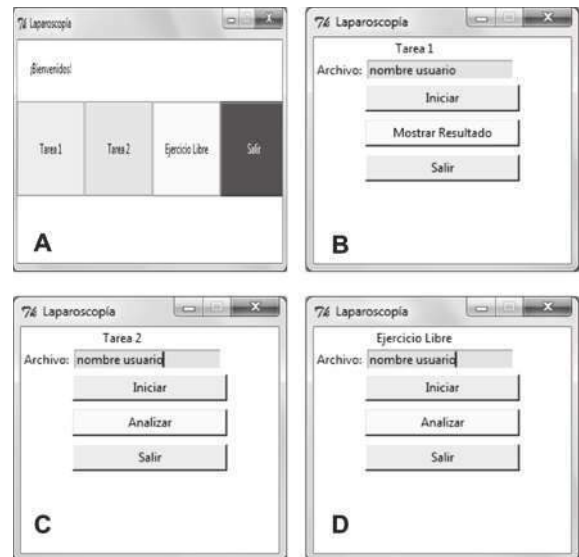


Figura 4. Interfaz gráfica del sistema.

Para cada tarea se muestra una ventana, en todas tienen la opción de "Iniciar" para iniciar la tarea correspondiente, además de que cuentan con un campo para el ingresar el nombre de quien realiza la tarea. En la opción de la tarea uno tiene la opción de "Mostrar Recorrido" la cual muestra el recorrido del usuario y el tiempo en que se realizó de la tarea. En la ventana de la tarea dos tienen la

opción de “Ver Resultados” en donde se visualiza los aciertos y el tiempo de la realización de la tarea.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para las tareas diseñadas participaron 10 usuarios quienes no tienen experiencia previa en cirugías laparoscópicas, previamente se hizo la demostración de cada tarea a realizar. Se realizaron durante cinco días para cada tarea, para la tarea 1 se realizaron 3 repeticiones en la mañana y 3 en la tarde, para la tarea 2 se realizaron 5 repeticiones en la mañana y 5 en la tarde. Las dos tareas se realizaron con la mano derecha.

Para la tarea uno, al analizar los archivos de los usuarios, se obtuvo una cantidad mayor a los generados por el sistema. Los usuarios obtuvieron cantidades mayores a 299 que son las coordenadas ideales.

Para mostrar el recorrido a los usuarios, se hizo un programa que normalizo los datos, el cual lee el archivo que contiene las coordenadas y eliminar las repetidas, después normalizar los datos para tener la misma cantidad que las coordenadas ideales. Finalmente se muestra el resultado del recorrido realizado, la representación gráfica del recorrido se observa en la figura 5, la espiral ideal generada por las 229 (Fig. 5A), la representación del recorrido realizado por el usuario (Fig. 5B), las coordenadas no repetidas (Fig. 5C) y por último las coordenadas reducidas a las 229 (Fig. 5D), se puede observar que no altera el recorrido realizado.

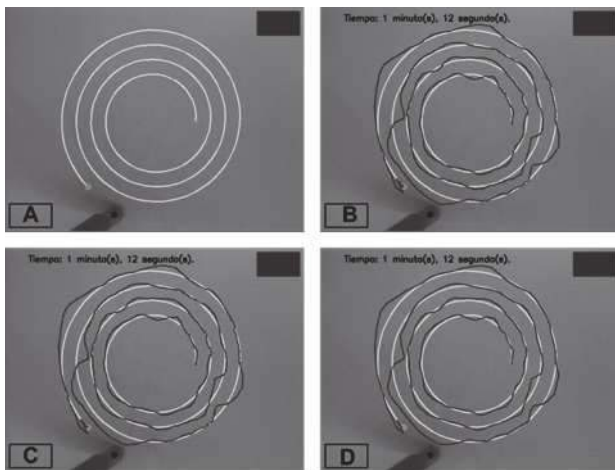


Figura 5. Tarea 1. A Espiral ideal, B Recorrido del usuario, C Coordenadas no repetidas, D Coordenadas reducidas a 229.

El cálculo del error se calculó a través del error relativo (Eq. (1)) [11].

$$RAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{V_t(i) - V_e(i)}{V_t(i)} \right| \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

En donde V_t es el valor ideal del recorrido, V_e es el valor estimado y N es el número total de coordenadas. Los resultados de las pruebas se muestran en la figura 6, los promedios de los errores por día de práctica. Como resultado de las pruebas se

puede observar en los usuarios una mejora en las pruebas realizadas en el transcurso de los 5 días y solo en tres casos de los 10 el error del primer día es mayor al error del último día.

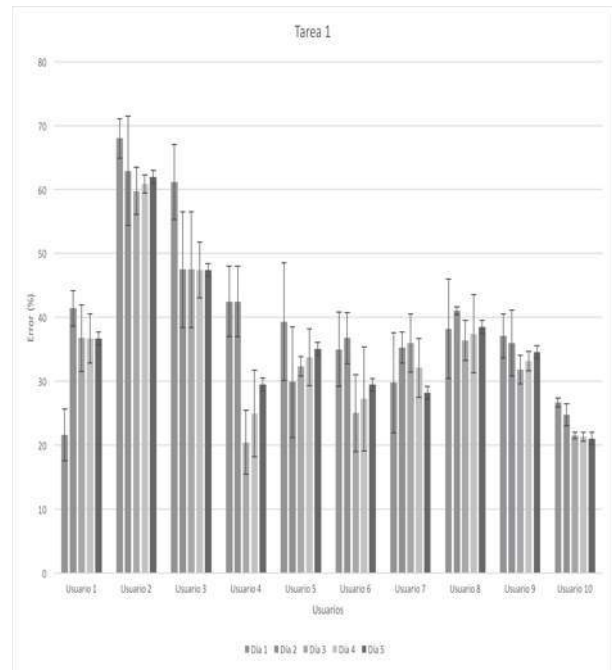


Figura 6. Grafica de los errores promedios durante 5 días con 10 usuarios.

En la figura 7 se puede observar un promedio de los tiempos por cada usuario durante los 5 días para la tarea 1. Se puede observar que solo en dos casos el tiempo del primer día es mayor al tiempo del último día lo que sugiere que durante el transcurso del entrenamiento hay una mejora en el tiempo de prueba.

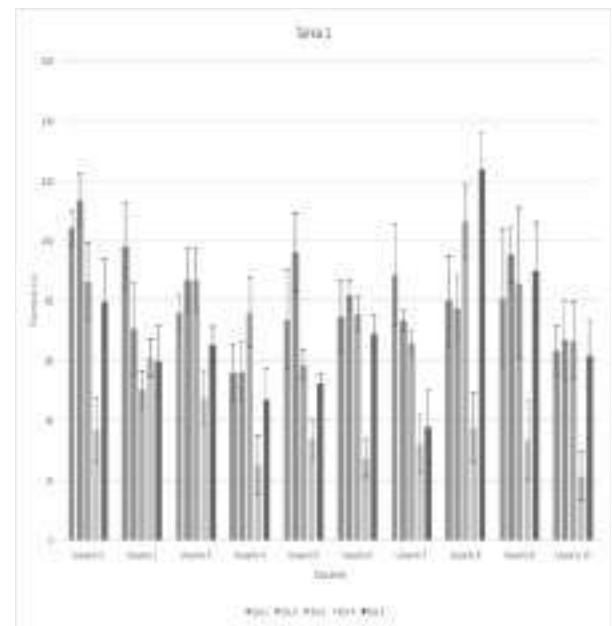


Figura 7. Grafica de los promedios de tiempos de la tarea 1 durante 5 días.

En la segunda tarea, el objetivo fue pasar todos los círculos generados por el sistema en el tiempo establecido. Al analizar los archivos con los datos, se observó que al principio la mayoría tuvo pocos aciertos en el tiempo establecido. Con el paso de los días y más práctica, incrementaron sus aciertos o se mantenían en un número mayor al del primer día, esto se puede observar en la figura 8, los resultados de las prácticas durante los 5 días.

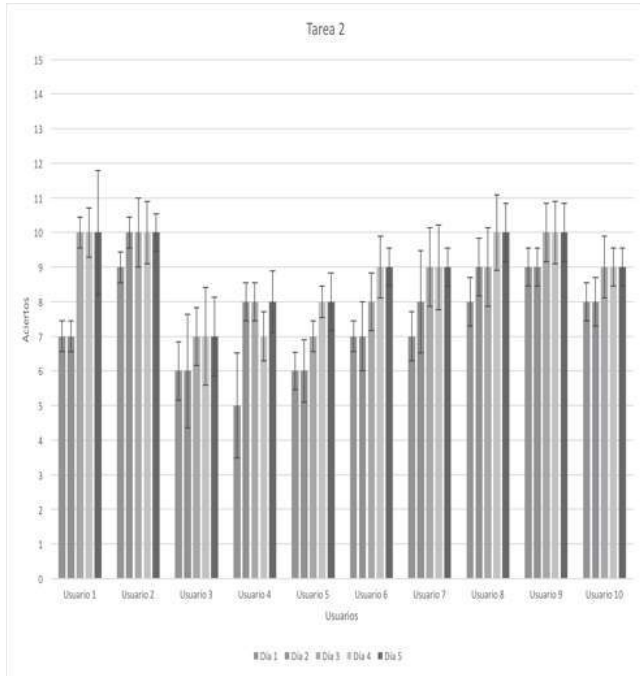


Figura 8. Grafica de los aciertos promedios durante 5 días con 10 usuarios.

CONCLUSIONES

El sistema presentado puede ser utilizado como un entrenador virtual ya que hace uso de tracking de video, almacenamiento de coordenadas en tres ejes, cálculo de parámetros como la velocidad, aceleración y error. Tiene la potencialidad de que se le puede implementar cualquier herramienta de clasificación ya sea estadística, LDA, ANOVA o algoritmos más complejos como Redes neuronales o máquinas de soporte vectorial.

El sistema presentado en este trabajo es una plataforma integral de software y hardware libre, además de que en el trabajo reportado se da toda la información para poder realizar su propio entrenador de una manera fácil y práctica, ya que los componentes usados son de fácil acceso y económicos además de que la aplicación así como la distribución usada está disponible en GitHub[12] para quienes la desean utilizar.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen en gran medida al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT, México) por su apoyo financiero.

REFERENCIAS

- [1] Webconsultas. Obtenido de: <http://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/laparoscopia-11425>.
- [2] Mann, T., Gillinder, L., & Szold, A. (2014). The use of virtual reality simulation to determine potential for endoscopic surgery skill acquisition. *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, 23(4), 190-197.
- [3] Panait, L., Larios, J. M., Brenes, R. A., Fancher, T. T., Ajemian, M. S., Dudrick, S. J., & Sanchez, J. A. (2011). Surgical skills assessment of applicants to general surgery residency. *Journal of Surgical Research*, 170(2), 189-194.
- [4] Escamirosa, F. P., et al. (2014). "Face, content, and construct validity of the EndoViS training system for objective assessment of psychomotor skills of laparoscopic surgeons." *Surgical endoscopy*: 1-12.
- [5] Oropesa, I., et al. (2013). "EVA: Laparoscopic instrument tracking based on endoscopic video analysis for psychomotor skills assessment." *Surgical endoscopy* 27(3): 1029-1039.
- [6] Sonja N. Buzink, Richard H.M. Goossens, Huib De Ridder, Jack J. Jakimowicz, Training of basic laparoscopy skills on SimSurgery SEP, *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, Vol. 19, Iss. 1, 2010.
- [7] U. Kühnapfel, H.K. Çakmak, H. Maaß, Endoscopic surgery training using virtual reality and deformable tissue simulation, *Computers & Graphics*, Volume 24, Issue 5, October 2000, Pages 671-682, ISSN 0097-8493, [http://dx.doi.org/10.1016/S0097-8493\(00\)00070-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0097-8493(00)00070-4).
- [8] Daisuke Sumitani, Hiroyuki Egi, Masakazu Tokunaga, Minoru Hattori, Masanori Yoshimitsu, Tomohiro Kawahara, Masazumi Okajima, Hideki Ohdan, Virtual reality training followed by box training improves the laparoscopic skills of novice surgeons, *Minimally Invasive Therapy & Allied Technologies*, Vol. 22, Iss. 3, 2013.
- [9] García Murillo, J., et al. (2011). "Diseño de prototipo de simulador para entrenamiento en cirugía laparoscópica."
- [10] Gómez-Ramírez, María Fernanda, Gómez, Juan Carlos, González-Neira, Eliana María, Rúgeles, Saúl, Suárez, Daniel R., & Torregrosa, Lilian. (2014). Evaluación del mejoramiento de habilidades básicas para cirugía laparoscópica por medio del entrenamiento con un videojuego. *Revista Ciencias de la Salud*, 12(Suppl. 1), 9-20. Retrieved November 20, 2015, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-72732014000400002&lng=en&tlng=es.
- [11] Alonso, G. A., Istamboulie, G., Ramírez-García, A., Noguer, T., Marty, J. L., & Muñoz, R. (2010). Artificial neural network implementation in single low-cost chip for the detection of insecticides by modeling of screen-printed enzymatic sensors response. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74(2), 223-229.
- [12] GitHub, <https://github.com/brunosanz/Tareas-Lapascopia.git>.



6° Congreso Internacional de Computación CICOM
Acapulco, Guerrero 27, 28 y 29 de octubre 2016

Memorias.

Site del video de la ponencia <https://www.youtube.com/watch?v=dEFCsawQG3U>

Sistema minimalista embebido de reconocimiento en tiempo real de figuras geométricas

John Jairo León Aparicio
Bogotá, Colombia
57 + 1 + 320 417 34 21
elchavito0@hotmail.com

Henry Giovanni Valderrama
Bogotá, Colombia
57 + 1 + 313 244 96 28
henrygyovas@hotmail.com

RESUMEN

Este artículo muestra la elaboración e implementación de dos algoritmos de detección de figuras geométricas, desarrollados en una herramienta de software libre para una plataforma de bajo costo. Estos algoritmos especializados eliminan la barrera impuesta por el software comercial, debido a que no requieren licencia para su uso y tienen características similares a los que requieren la compra de una licencia.

Se han encontrado técnicas de procesamiento de imágenes digitales, sin embargo son complejas o difícilmente implementables en un hardware, debido a que requieren licencias de software, instrumentos y/o sensores especializados para la adquisición de información. Esto hace que su uso sea limitado en el desarrollo de prototipos a escala industrial dentro del mercado colombiano. Con la realización de este proyecto se da inicio a la mejora de algoritmos e implementación de nuevas tendencias para la detección e identificación de figuras geométricas, implementables en un sistema económico, con gran capacidad de procesamiento.

ABSTRACT

This article shows the elaboration and implementation of two

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

detection algorithms of geometric shapes, it was developed using free software for a low cost platform. Those specialized algorithms delete the barrier imposed by commercial software, because they do not require buy licenses for their use and have similar characteristics to those who require buy licenses.

Different techniques have been found to process digital images, nevertheless they are complex or difficult to implement in hardware, due to they require software licenses, instruments and/or specialized sensors to acquire information. It makes their use limited to develop industrial scale prototypes in the Colombian market. The achievement of this project is the beginning of a continuous improvement in algorithms and implementations of new tendencies for detecting and identifying geometric shapes, developable in an economic system with a large processing capacity.

Palabras Claves

Algoritmo, Sistema Embebido, Filtros, Software Libre.

Keywords

Algorithm, Embedded System, Filters, Free Software.

INTRODUCCION

Debido al avance tecnológico en las áreas de automatización y robótica, se han venido desarrollando diversos algoritmos para realización de tareas de manera automática, las cuales son implementadas en sistemas digitales. Dichos sistemas digitales en algunos casos son de bajo costo y con un alto nivel de entendimiento por un grupo de usuarios cada vez mayor.

Dentro de estos sistemas digitales, se encuentran las plataformas embebidas, las cuales son diseñadas para realizar una o algunas funciones y hoy en día han tenido una progresión significativa dentro de la tecnología reduciendo los costos de diseño e

implementación y dan la posibilidad de desarrollar sistemas en tiempo real.

Este artículo muestra cómo implementar dos algoritmos de reconocimiento de figuras geométricas, utilizando un sistema embebido como plataforma de desarrollo, proporcionando una solución versátil de bajo costo, con la posibilidad de actualizaciones del sistema de reconocimiento, sin la necesidad de modificar el hardware del dispositivo.

Los algoritmos de procesamiento de figuras geométricas, fueron desarrollados utilizando la herramienta de software libre "python" y la librería "openCV 2.4.11", dichos algoritmos se implementaron en un sistema embebido "Raspberry pi model B+", el cual fue equipado con una cámara de 5.1 Megapíxeles para la adquisición de imágenes. Sin embargo los algoritmos desarrollados también funcionan en un computador, el cual tenga instalado las herramientas mencionadas anteriormente y este equipado con una cámara de cualquier tipo.

La estructura de este artículo es la siguiente: primeramente hay una revisión general del estado del arte en cuanto a algoritmos de procesamiento de imágenes, luego es mostrado la construcción y ensamble del prototipo desarrollado en el proyecto, los pasos para la implementación en el sistema embebido y composición de los algoritmos de procesamiento de imágenes, en seguida se muestran las pruebas realizadas a los algoritmos y por último las conclusiones y referencias.

Esta temática fue abordada debido a que hoy en día la investigación centra su atención en el procesamiento de imágenes digitales, para realizar análisis profundos a problemas de ingeniería, entre los cuales se encuentran; la visión por computador, el análisis de imágenes y la inspección visual automatizada. Teniendo en cuenta que proporcionan herramientas dinámicas en áreas de interés colectivo tales como: Robótica, Astronomía, Detección Remota, Meteorología, Medicina, Biología, entre otras.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General

- Implementar sobre una plataforma de desarrollo un algoritmo que permita el reconocimiento de figuras geométricas.

Objetivos Específicos

- Establecer las características del algoritmo y el hardware que se requieren para el desarrollo del sistema.
- Implementar un algoritmo que permita el reconocimiento de 3 figuras geométricas básicas (Rectángulo, Círculo y Triángulo) en el sistema ensamblado.
- Establecer un protocolo de pruebas y realizar una validación del algoritmo desarrollado y funcionando en conjunto con el software.
- Realizar un artículo que muestre la metodología, resultados y conclusiones obtenidas con el desarrollo del proyecto.

METODOLOGÍA Y PROCESOS DE DESARROLLO

ESTADO DEL ARTE

El procesamiento digital de imágenes permite modificar características propias de las imágenes digitales, utilizando un sistema de procesamiento en el que funciona un software destinado para tal fin, cuyo objetivo principal es poder extraer la mayor cantidad de información relevante para cada tipo de usuario.

Debido a esto surgen varios tipos de aplicaciones dentro de las cuales se puede encontrar: detección y/o presencia de objetos en movimiento, medición de características (morfológicas o de superficie), inspección visual automatizada, identificación del color de los objetos y/o piezas, mejoramiento de la calidad de imágenes y restauración de imágenes degradadas.

Una herramienta para el procesamiento de imágenes [1], para la detección visual e identificación de objetos conocidos situados aleatoriamente en ambientes complejos. Donde la técnica utilizada representa los objetos o puntos de interés en diferentes escalas y busca coincidencias dentro de los diferentes fotogramas que componen la secuencia de imágenes donde se va a realizar la búsqueda.

Otra herramienta para la identificación de figuras [2], propone un método geométrico y dinámico basado en la búsqueda de formas en algunos conjuntos de imágenes. El algoritmo acopla las diferentes formas contenidas en estos conjuntos para realizar una segmentación de la imagen. Se realiza una transformación de la imagen a un espacio de dos dimensiones, y un análisis de componentes principales para representar la variación de la forma y calcular un número suficiente de proyecciones posibles en las direcciones que puede tener un objeto y así realizar su detección.

Otros autores [3] se basan en la geometría de la cara para el reconocimiento de la expresión facial, utilizando un ASM (Modelo Forma Activa) que toma como base la normalización y el modelo de Markov (Ehmm), implementando su algoritmo en un sistema embebido. Muestra que se pueden detectar diferentes expresiones de la cara, realizando una alineación para que se asemeje a las eigenface (Base de datos de imágenes de caras) y luego las compara con la expresión actual y concluye que el método de adquisición de las caras basado en ASM mejora el rendimiento del sistema.

Sin embargo se propone [4] un método sencillo de detección de movimiento incorporando una técnica de detección de patrones y formas, difiere del anterior [3] el cual es usado generalmente en la detección de formas y contornos. Utiliza una función bayesiana para obtener la distribución de probabilidad de las imágenes y prever un movimiento futuro. La principal contribución de este artículo es la optimización aplicada en la detección de movimiento.

La detección de la imagen obtiene formas geométricas y características [5] exteriores del objetivo en una distancia muy corta y suministra la información relevante sobre el objetivo. Pero debido a la gran cantidad de la información suministrada en

tiempo real por la cámara, en algunas ocasiones se encuentra algo de ruido o distorsiones del objetivo, para resolver este problema se optó por usar un indicador laser el cual permite marcar la región de interés. El algoritmo binariza la imagen para obtener y orientar el esqueleto. En segundo lugar, se extrae la forma del objetivo. Por último, se realiza un mapeo utilizando la técnica FMW (Característica Red Mapeo Wave) para obtener el estado del objetivo.

Interpretación de una Figura de Manera Computacional

La reinterpretación de formas es realizada por herramientas de diseño computacional, esto permite a un modelo digital ser creado, el cual se define utilizando un conjunto fijo de elementos geométricos como bordes y superficies. A partir de esta estructura se pueden reconocer patrones y asociaciones, cuando formas emergentes se ajustan a subconjuntos del conjunto original de elementos geométricos [4].

Sin embargo, algunas de estas herramientas no permiten al diseñador manipular fácilmente todos los subconjuntos de figuras, ocasionando que no puedan generar nuevas estructuras. Como resultado, no son libres de explorar los patrones y asociaciones que surgen por defecto durante el desarrollo del diseño. Ellos se limitan a formas de manipulación según la estructura, por lo que el diseño en algunas ocasiones no es ideal [4].

Se ha propuesto un enfoque que tiene como objetivo hacer frente a este problema al permitir la manipulación de los patrones de diseño de acuerdo con las estructuras percibidas. El WYPIWYG (What You Perceive is What You Get) [7] es un sistema que permite la interpretación de imágenes basado en un grupo de figuras base. Estas figuras base están ordenadas de modo tal que permiten interpretaciones perceptuales es decir encontrar el objeto de mayor similitud con la base de figuras. Del mismo modo [8] elabora un algoritmo que automatiza el reconocimiento de subconjuntos de figuras en un boceto. El algoritmo reconoce estas formas emergentes mediante el uso de un patrón estándar empleado comúnmente en los sistemas de dibujo para reconocer e identificar elementos y configuraciones en las de entradas a mano alzada.

Por último se encuentra un enfoque [9] basado en formas gramaticales, en el que las reglas de sustitución se aplican para reconocer y manipular subconjuntos de imágenes percibidas en una imagen. Estas reglas de forma proporcionan una doble ventaja, ya que además de permitir a la estructura percibida ser fácilmente reconocida, también formalizan el proceso creativo mediante el cual se genera una señal de percepción y repetición del proceso.

Una limitación importante de cada uno de estos procesos radica en las tareas de aprendizaje, tareas necesarias para interactuar con ellos. Por ejemplo en un algoritmo [7] el usuario es requerido para entrenar al sistema con gestos específicos con el fin de especificar una percepción particular de un diseño. O el sistema [8] requiere formación previa con respecto a lo que los diseñadores podrían encontrar interesante.

En cada uno de estos se requiere un esfuerzo adicional para interactuar con el sistema y no importa lo pequeño que este

esfuerzo sea, puede ocasionar una distracción durante el ciclo de trabajo del usuario. Lo ideal es que el sistema sea dinámico y que pueda soportar un proceso cognitivo de en tiempo real, el cual ofrecería beneficios evitando la necesidad de que los usuarios definan explícitamente su interpretación de formas diseñadas. Debido a esto surge la tecnología de seguimiento ocular que se presenta como una interfaz para sistemas de dibujo [10].

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

El sistema de procesamiento, se ensambla con el fin de tener una plataforma de bajo costo para realizar las tareas de reconocimiento y representación visual de figuras geométrica. Las partes que lo componen son:

- Tarjeta "Raspberry pi Model B+".
- Una cámara 5 Megapíxeles.
- Un adaptador de 5V 800mA.
- Un cable HMI.

Sistema embebido "Raspberry pi Model B+"

La Raspberry Pi (Ver figura 1) es un computador de bajo costo que se conecta a un monitor, utiliza dispositivos periféricos como un teclado y un ratón estándar. Su sistema operativo se basa en Linux y se llama "Raspbian", la cual es una variante de Ubuntu y se programada en el lenguaje "python". Tiene la capacidad de interactuar con el mundo exterior mediante puertos de entrada y salida de señales digitales, sin embargo debido a su versatilidad es usada por usuarios de todo el mundo para aprender a programar y entender cómo funcionan los computadores [11].



Figura 1. Sistema Embebido [11].

Módulo de Cámara para "Raspberry pi Model B+"

La Raspberry Pi puede ser conectada a diferentes tipos de cámara (Ver figura 2), algunas de estas pueden ser conectadas como un periférico a puerto USB o directamente a la interfaz gráfica mediante un bus de datos, como la cámara empleada es un complemento los controladores están definidos por defecto dentro del sistema operativo.



Figura 2. Cam-pi [11].

La cámara fue equipada con un circuito de control de iluminación (Ver figura 3), dicho circuito se encarga de controlar la luminosidad del lugar de pruebas, es decir cuando el espacio donde se está realizando el experimento es oscuro el controlador aumentara el brillo de los LED y viceversa. Este circuito se basa en 4 diodos LED de chorro blanco que se encargan de iluminar, un transistor que amplifica la corriente y una fotorresistencia para censar la cantidad de luz.

Figura 3. Control de luz.

Ensamblaje e Instalación del Sistema Operativo

El ensamblaje de la estructura es bastante sencillo solamente se conectan los periféricos en los puertos marcados con su nombre y se protegen dentro de una carcasa (Ver figura 4).



Figura 4. Montaje final.

Para instalar el sistema operativo (Raspbian) se realizó el siguiente procedimiento;

- Descargar la imagen del SO desde el siguiente enlace; <http://www.raspberrypi.org/downloads/>.
- Seguidamente se instaló el programa Win32DiskImager y con este se grabó el SO en la tarjeta micro SD.
- Se insertó la tarjeta micro SD en la Raspberry, se conectó a un monitor mediante un cable HMI y se configuró el SO a través de un teclado USB.
- Por último se Descargó el OpenCV desde el siguiente enlace; <http://opencv.org/> e instalo en la raspberry.

DESARROLLO DE LOS ALGORITMOS DE PROCESAMIENTO DE IMAGENES

Se realizaron dos algoritmos de procesamiento de imágenes, los cuales permiten el reconocimiento de figuras geométricas básicas, entre las cuales se encuentran círculos, triángulos y rectángulos. Dichos algoritmos reconocen figuras geométricas sin importar el color o textura de fondo, sin embargo le favorecen ambientes con fondos de un solo color y hagan contraste con el color de la figura geométrica.

Algoritmo A

Este Algoritmo se encarga de procesar la información del entorno capturada mediante una cámara (Ver figura 5), realizando una conversión de RGB (Formato propio de la cámara) a HSV (tiene un rango de azules mayor que RGB (Ver figura 6)) filtrando el color azul (Ver figura 7) de la imagen capturada utilizando la cámara.

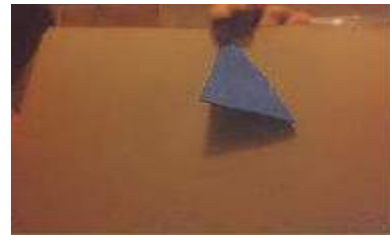


Figura 5. Imagen Sin Procesar.

Figura 6. Imagen HSV.



Figura 7. Imagen Binarizada.

A esta nueva imagen binarizada (color azul=1, otros colores=0) se aplican dos tipos de operaciones morfológicas, la primera es una operación de cierre la cual se encarga de unir los pixeles de color blanco sueltos (Para rellenar huecos en la imagen) y la segunda de apertura que expande los grupos de pixeles de color blanco (Para eliminar estrecheces o grupos de pixeles pequeños) (Ver figura 8).



Figura 8. Imagen filtrada.

Con el fin de desenfocar la imagen, aumentar el área de representación de la figura y suavizar los bordes, la imagen se difumina aplicando una operación de ruido Gaussiana y seguidamente se realiza un filtro canny para la extracción de los bordes (Ver figura 9).



Figura. 9. Bordes de La imagen.

Una vez terminada la extracción de los bordes se realiza un cálculo de las áreas delimitadas, con este procedimiento se eliminan las áreas menores a 50 píxeles, que en algunos casos no son representativas o simplemente son ruido y por último una función se encarga de aproximar los diferentes puntos de los bordes mediante un polinomio, con el fin de encontrar el número de puntas de la figura y con dicho número estimar el tipo de figura (Ver figura 10 y 11).

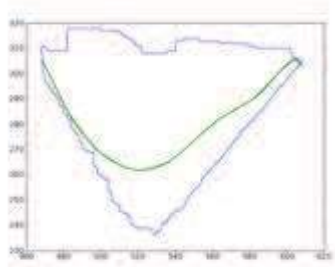


Figura. 10. Aproximación.



Figura. 11. Salida.

El funcionamiento de la aplicación desarrollada se muestra en el siguiente pseudocódigo:

```

1: Iniciar Variables();
2: Iniciar Cámara();
3: Imagen=Capturar Imagen();
4: Imagen=Convertir a Formato HSV(Imagen);
5: Imagen=Operación Morfológica de Cierre (Imagen);
6: Imagen=Operación Morfológica de Apertura (Imagen);
7: Imagen=Ruido Gaussiano(Imagen);
8: Imagen=Filtro Canny(Imagen);
9: [Número de objetos, Contornos, Áreas]=Encontrar Contornos(Imagen);
10: for i=1:Numero de objetos do
11: if Áreas(i) > 50 then Numero de puntas=Aproximar mediante un polinomio(Contorno(i));
12:     if Numero de puntas==3 then
13: Imprimir(Triangulo);

```

```

14:     end if
15:     if Numero de puntas==4 then
16: Imprimir(Rectángulo);
17:     end if
18:     if Numero de puntas>=5 then
19: Imprimir(Circulo);
20:     end if
21:     end if
22: end for

```

Algoritmo B

De la misma forma que el algoritmo A tienen una estructura similar, sin embargo se realizó una modificación en el sistema de detección de puntas, este sistema fue cambiado por un algoritmo basado en la normalización y detección de errores. Esta función realiza una medición de distancia entre los puntos reconocidos de la figura y guarda la longitud del segmento más largo. Dicho segmento es utilizado para escalar los segmentos restantes, es decir todas las longitudes de los segmentos de la figura son divididas entre la longitud del segmento más largo (Ver figura 12).

Seguidamente alrededor de cada figura se traza una circunferencia (Ver figuras 13-15), y se cuentan la cantidad de áreas sobrantes y así según este número se determina el tipo de figura (Áreas sobrantes para: triángulo=3, rectángulo=4, círculo>4).

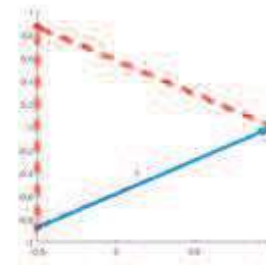


Figura. 12. Segmento Mayor

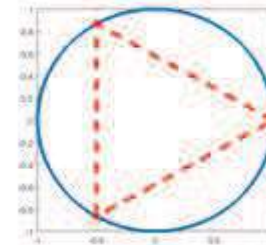


Figura. 13. Triangulo.

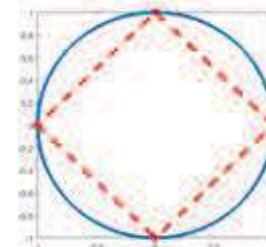


Figura. 14. Cuadrado.

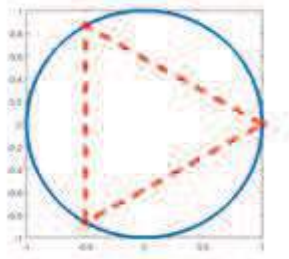


Figura. 15. Círculo.

Para mostrar el funcionamiento de esta aplicación se realizó el siguiente pseudocódigo;

```

1: Iniciar Variables();
2: Iniciar Cámara();
3: Imagen=Capturar Imagen();
4: Imagen=Convertir a Formato HSV(Imagen);
5: Imagen=Operación Morfológica de Cierre (Imagen);
6: Imagen=Operación Morfológica de Apertura (Imagen);
7: Imagen=Ruido Gaussiano(Imagen);
8: Imagen=Filtro Canny(Imagen);
    
```

```

1: [Número de objetos, Contornos, Áreas]=Encontrar
   Contornos(Imagen);
2: for i=1:Numero de objetos do
3: Longitud segmento mayor=medir
   segmentos(Áreas(i));
4: Imagen normal-izada=normalizar(Áreas(i),Longitud
   segmento mayor);
5: Nueva imagen=trazar circunferencia(Imagen nor-
   malizada, Longitud segmento mayor);
6: Cantidad de áreas sobrantes=contar áreas(Nueva
   Imagen);
7: if Numero de áreas Sobrantes==3 then
8: Imprimir(Triangulo);
9: end if
10: if Numero de áreas Sobrantes==4 then
11: Imprimir(Rectángulo);
12: end if
13: if Numero de áreas Sobrantes>4 then
14: Imprimir(Círculo);
15: end if
16: end for
    
```

RESULTADOS

Los algoritmos desarrollados fueron probados en un computador de escritorio y posteriormente salvados en el sistema embebido. Se tomaron varias siluetas de color blanco de fondo que contienen un rango entre 6 y 10 de figuras geométricas (Ver figura 16).



Figura. 16. Patrón de reconocimiento.

Este algoritmo resalta el color del borde de la figura detectada, para indicar que dicha figura ya fue reconocida (Azul=rectángulo, Rojo=Círculo, Verde=triángulo). El tiempo de procesamiento de cada algoritmo, fue medido con una función de cronometro implementada dentro del código y estos fueron tabulados en la siguiente tabla 1;

Tabla 1. Tiempo de procesamiento para reconocer 1 figura.

	Algoritmo A	Algoritmo B
PC Escritorio	500ms	550ms
Raspberry	2s	2.5s

Para probar el margen de error de cada uno de los algoritmos, se realizaron pruebas con varios fondos que varían el número y forma de las figuras presentes en el fondo, cuyos resultados son reportados en las siguientes tablas 2 y 3;

Tabla 2. Figuras procesadas algoritmo A.

Cantidad	Círculos	Triángulos	Rectángulos	Aciertos
1	1	0	0	1
1	0	1	0	1
1	0	0	1	1
6	2	2	2	6
7	3	3	1	6
8	2	2	4	8
9	5	2	2	9
10	2	5	3	9

T

Tabla 3. Figuras procesadas algoritmo B.

Cantidad	Círculos	Triángulos	Rectángulos	Aciertos
1	1	0	0	1
1	0	1	0	1
1	0	0	1	1
6	2	2	2	6
7	3	3	1	7
8	2	2	4	8
9	5	2	2	9
10	2	5	3	10

CONCLUSION

- Se diseñó una estrategia para el reconocimiento de figuras geométricas, basada en la normalización de la imagen, que a pesar de sacrificar tiempo de procesamiento mejora la capacidad de reconocimiento de las figuras por el sistema.
- La estrategia de reconocimiento de figuras a partir de una aproximación polinómica, es útil cuando el contorno de la figura es continuo, es decir no hay líneas cortadas y funciona para figuras cerradas.
- El sistema embebido puede consolidarse como una solución a problemas de ingeniería de bajo costo, gracias a que es un sistema versátil y multiplataforma.

AGRADECIMIENTOS

- Este trabajo está dedicado a Dios, Familiares, Amigos y compañeros que nos han apoyado a lo largo del desarrollo de nuestros estudios.
-

REFERENCIAS

- [1] M. S. I. Andrzej Sluzek, Using Interest Points for Robust Visual De-tection and Identification of Objects in Complex Scenes, International Conference on Intelligent Robots and Systems, p. 5326, 2006.
 - [2]
 - [3] A. Shalaby, Probabilistic shape-based segmentation method using level sets, IET Computer Vision, pp. 182-194, 2012.
 - [4] D.-J. Kim, Geometric Feature-based Face Normalization for Facial Expression Recognition, Second International Conference on Artificial Intelligence, Modelling and Simulation, pp. 170-175, 2014.
 - [5] T. Zeynep Yucel, Identification of Mobile Entities Based on Trajectory and Shape Information, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 3589-3594, 2011.
 - [6] S. Chengtian, The Image Processing and Target Identification of Laser Imaging Fuze, Proceedings of 2008 3rd International Conference on Intelligent System and Knowledge Engineering, pp. 1116-1120, 2008.
 - [7] M. Prats, Interpretation of Geometric Shapes ? An Eye Movement Study, ETRA, pp. 243-250, 2010.
 - [8] M. SAUND, Symposium on User Interface Software and Technology, Marina del Rey, 1994.
 - [9] G.M.D., Emergence in a recognition based drawing interface, Visual and Spatial Reasoning in Design II, pp. 51-65, 2001.
 - [10] STINY, Talking about Seeing and Doing, MIT-Cambridge, 2006.
 - [11] HORNOF, A system for drawing pictures with eye movements, Pro-ceedings of ASSETS- International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, 2004.
- Raspberrypi Comunnity, What is a Raspberry Pi?, Consultado el 04 de Julio de 2016, disponible en: <https://www.raspberrypi.org/help/what-i>



SISTEMA MÓVIL PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ELEMENTOS, COMPUESTOS Y REACCIONES QUÍMICAS

Leonardo Delgado Pedraza
Universidad Distrital F.J.C
Bogotá, Colombia
ldelgadop@correo.udistrital.edu.co

Rocío Rodríguez Guerrero
Universidad Distrital F.J.C
Bogotá, Colombia
rrodriguezg@udistrital.edu.co

Oscar David Pineda
Universidad Distrital F.J.C
Bogotá, Colombia
odpinedap@correo.udistrital.edu.co

RESUMEN

La tecnología ha hecho cambiar nuestro alrededor de una forma inimaginable, hoy en día los dispositivos móviles se han convertido en importantes herramientas casi indispensables para nuestra vida diaria, lo cual ha generado cierta relación directa entre usuario y la aplicación, es decir, los códigos de programación que se encuentran debajo de las amigables interfaces que interactúan con el usuario, han mejorado y facilitado muchos aspectos del diario vivir de las personas en la mayoría de la población mundial. Sin embargo, hay muchas temáticas que no se han tratado desde el punto de vista tecnológico, sabiendo la amplia gama de aplicativos que se encuentran en el mercado.

El software educativo es un punto clave en el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles, puesto que ha servido de herramienta para el fácil entendimiento de diversos temas en el entorno educativo, además ofrece una alternativa para el estudiante que hace que el proceso de aprendizaje sea mucho más cómodo.

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

ABSTRACT

Technology has made change our around an unimaginable way, today's mobile devices have become important almost indispensable tools for our daily life, which has generated some direct relationship between user and application, that is to say, the programming codes found under the friendly interfaces that interact with the user has improved and facilitated many aspects of daily life for all people in most of the world's population. However, there are many issues that have not been addressed from the technological point of view, knowing the wide range of applications found in the market.

Educational software is a key point in the development of applications for mobile devices, since it has served as a tool for easy understanding of various topics in the educational environment as well as offering an alternative to the student who makes the learning process much more comfortable.

Palabras clave

Educación, dispositivo móvil, aplicación, tecnología, Metodología de aprendizaje.

Keywords

Education, Mobile device, Application, Technology, Learning methodology.

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de conceptos químicos en los estudiantes de bachillerato ha sido un problema que se evidencia en los reportes de educación del país en los últimos años. Un estudio realizado por la ONU (Organización de las naciones unidas) muestra que Colombia es el único país en Suramérica en donde no se garantiza educación primaria y secundaria para todos los jóvenes, lo cual representa una

cifra alarmante y más cuando se destina la mayor parte del presupuesto nacional en el conflicto armado que en educación. Adicionalmente, la falta de interés por falta de los estudiantes es otro aspecto a considerar en esta problemática, ya que va en contra de cualquier metodología de aprendizaje e impide que las estrategias ya establecidas influyan en el desempeño estudiantil.

La falta de interés de los estudiantes en Colombia por aprender correctamente los contenidos académicos que se dictan en los colegios ha sido un problema durante los últimos años. El Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes, PISA, en las que Colombia ha participado en tres oportunidades [2006, 2009, 2012] y cuyos resultados no han sido para nada alentadores, pues se ubica como una de las naciones más regulares de la región, superada por un bloque de países conformados por Uruguay, Chile, México y Costa Rica, que en las tres mediciones señaladas han ocupado siempre los primeros lugares. Teniendo en cuenta esto se afirma que Colombia está ubicado en el puesto número 78 de 129 países en el escalafón de educación mundial [1].

En este sentido, se propone desarrollar una herramienta que esté al alcance de la mayoría de personas y que apoye el proceso de aprendizaje de conceptos químicos (elementos químicos, compuestos y aplicaciones). Desde la perspectiva de este proyecto se busca llevar estos contenidos a la práctica con el fin de que el estudiante pueda ver el sentido de lo que está desarrollando y por consiguiente se interese en adquirir conocimientos que contribuyan al buen desempeño académico.

Teniendo en cuenta que en la actualidad existen distintas herramientas para el apoyo de aprendizaje se buscará implementar una forma de despertar el interés de los estudiantes en el área de la química, mediante un sistema móvil que integre conceptos, elementos y compuestos químicos de forma interactiva generando así una interfaz fácil de manejar y que llame la atención del usuario. El proyecto se desarrollará bajo lenguaje Java para el sistema operativo Android. Esto con el fin de llegar a gran parte de la población en Colombia y contribuir a la solución de este problema.

2. PROBLEMA DE EDUCACIÓN EN COLOMBIA

El problema de la educación en Colombia es bastante complejo, ya que existe un gran vacío en el aprendizaje de los conceptos en todas las áreas. De hecho, los resultados obtenidos en las pruebas saber 11 en los últimos años, arrojan cifras alarmantes, no sólo en el área de química sino en todas las demás materias. El promedio de los estudiantes se encuentra por debajo del promedio teórico, las cifras ni siquiera alcanzan la mitad de la nota máxima. Para ello ver (figura 1).

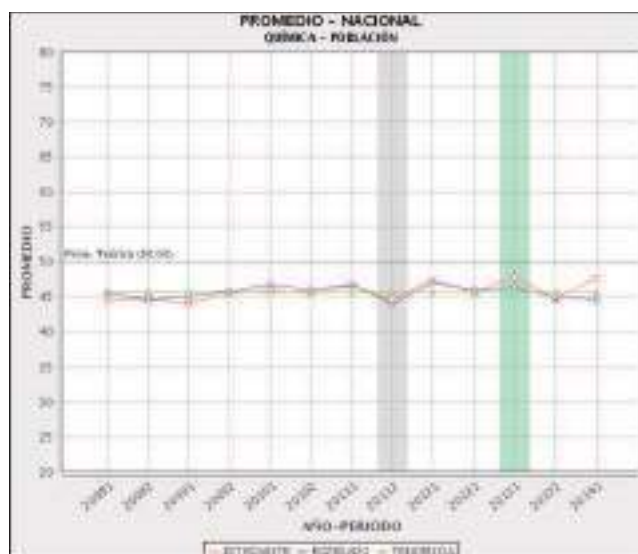


Figura 1. Representación gráfica del promedio de la materia de química sobre la población Colombiana [2].

En este orden de ideas, resulta bastante difícil de entender, cómo todos los jóvenes están por debajo del promedio. Es sencillo pensar que los planes de estudio desarrollados por el ministerio de educación no son lo suficientemente sólidos para brindar una educación rigurosa que transmita al estudiante conocimientos reales de lo que implica cada materia en el periodo de aprendizaje.

De ahí que se tiene un gran interrogante, la falla se presenta en la infraestructura del modelo educativo colombiano, o quizás data de la falta de interés de los estudiantes para adquirir conocimientos de este talante. De este modo, se crea una discrepancia que no solo dificulta el problema sino que también contribuye a que no se tenga un objetivo común fácil de descifrar.

3. INFLUENCIA DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES EN LA EDUCACIÓN

3.1 Educación formal

Se entiende por educación formal aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos, con sujeción a pautas curriculares progresivas, y conducente a grados y títulos [3].

La educación formal contiene dentro de sí misma 3 niveles:

- Educación preescolar (1 año).
- Educación básica la cual se subdivide en 5 grados en la primaria y cuatro grados en la secundaria.
- Educación media la cual contiene dos grados (10° y 11°)

Cabe resaltar que el último nivel es la educación superior la cual se imparte en el momento en que termina la educación media y hace referencia a los planes de estudio universitarios sujetos directamente al ministerio de educación nacional.

3.2 Educación no formal

La educación no formal es la que se ofrece con el objeto de complementar, actualizar, suplir conocimientos y formar en aspectos académicos o laborales sin sujeción al sistema de niveles y grados ligados directamente al artículo 11[4] de la ley de educación nacional, el cual contiene información referente a la buena calidad que se debe brindar por parte de las instituciones académicas hacia el estudiante, con 23 ítems que se enfocan principalmente en definir de forma clara los parámetros para lograr un sistema educativo sólido.

La educación no formal es considerada hoy un “subsistema”, paralelo al de la educación formal, con sus propios ámbitos y técnicas de trabajo [5]. En consecuencia, se entiende este tipo de educación como la formación que recibe el estudiante no solo en el aspecto académico sino también en el aspecto social, haciendo que su desarrollo integral se consolide brindando una mejor personalidad y un conocimiento mucho más amplio que el que se tenga en el momento.

3.3 Educación informal

Se considera educación informal todo conocimiento libre y espontáneamente adquirido, proveniente de personas, entidades, medios masivos de comunicación, medios impresos, tradiciones, costumbres, comportamientos sociales y otros no estructurados [6].

De este modo, se considera que la educación informal es la más popular en estos días, puesto que se ha ido masificando en los últimos años y es también la que ha tenido más acogida por parte de los estudiantes. Un claro ejemplo de esta modalidad sería la educación virtual, en donde los alumnos administran sus propios contenidos, horarios y herramientas a utilizar.

Adicionalmente, un valor agregado que tiene la educación informal es que se pueden aislar de cierta forma las calificaciones, que en la mayoría de ocasiones ni siquiera concuerdan con el desempeño real del estudiante, una calificación es un ítem que limita al estudiante dentro de su entorno educativo y presiona a que siempre se deba obtener un puntaje máximo sin conocer de fondo si el proceso de aprendizaje si se está desarrollando correctamente acertando los aspectos calificativos que especifica la ley de educación nacional.

Otros aspectos de relevancia en la educación informal son:

- El rol materno
- El lenguaje de la familia y el aprendizaje formal
- Los recursos culturales

No obstante, es necesario aclarar que estos tres tipos de educación se interrelacionan generando un modelo sólido en el cual el alumno puede elegir entre los distintos contenidos y estructuras funcionales brindadas por parte de las aplicaciones de cada una de estas actividades académicas, en la tabla uno se muestran los aspectos que se tienen en común.

Tabla 1. Tabla relación entre los tipos de educación

RELACIÓN TIPOS DE EDUCACIÓN				
M O D E L O S		FORMAL	NO FORMAL	INFORMAL
	FORMAL	Instituciones jerárquicamente constituidas	Encuentros extracurriculares	Aceptación social
	NO FORMAL	Certificados notas y calificaciones	Aprendizaje no escolar	Participación de los estudiantes
	INFORMAL	Escuelas de la calle	Acompañamiento de los padres y familiares	Conocimientos empíricos

3.4 Tecnología en la educación

La tecnología en la educación es un tema que ha tomado mucho auge en los últimos años, se ha convertido en una herramienta rigurosa al momento de aprender temáticas concernientes a aspectos académicos.

Los avances tecnológicos en lo que a la educación respecta han servido de manera considerable con el desarrollo de nuevas y mejoradas metodologías de aprendizaje. El acto de adquirir conocimiento nuevo, se ha transformado hasta el punto de ser autónomo y autodidacta. Por consiguiente, los entornos virtuales y demás insumos especializados en educación, han fortalecido las bases pragmáticas definidas en los modelos formales, no formales e informales, dando así una amplia visión al momento de indagar en material académico referente a un tema específico.

Además el acceso a internet en la mayoría de la población no solo nacional sino mundial, ha abierto las puertas al desarrollo cognitivo de todos y cada uno de los integrantes de una nación. Se puede decir que el hecho de no contar con recursos económicos necesarios para ingresar a una universidad o instituto, ya no es impedimento para enfocarse en un camino lleno de nuevos saberes y conceptos teórico – prácticos que construye en esencia el conocimiento puro.

El enfoque tecnológico en el aspecto estudiantil se ha intensificado desde dos puntos interesantes:

- **Libros de texto digitales y lectores electrónicos:**

La implementación de los libros digitales en la educación de los estudiantes en la actualidad, ha sido de gran ayuda puesto que ha facilitado el acceso a contenidos referentes a distintos temas. De hecho, se ha ido incrementando el interés por parte de los alumnos en adquirir este tipo de modalidad ya que tienen consigo un dispositivo móvil casi que en cualquier momento de su vida.

Además se ha mejorado la calidad de vida de los estudiantes puesto que al brindar acceso vía internet desde sus dispositivos, se ha dejado a un lado el traslado a bibliotecas o lugares en donde se encuentre información académica.

Sin embargo, la crítica que se hace a la implementación de los ebook's es la extremada facilidad de la información, lo cual decrementa la calidad de los conceptos que se puedan llegar a aprender en un momento determinado. El simple hecho de que las personas puedan acceder a todo tipo de contenido hace que no se indague a profundidad lo que se requiere para alcanzar un conocimiento amplio.

• **Aplicaciones móviles:**

Las aplicaciones móviles cumplen un rol muy similar al de los libros electrónicos o digitales (ebook's) debido a que su contenido se relaciona directamente con los conceptos brindados en el recurso anteriormente mencionado. Además las aplicaciones móviles brindan una visión diferente de lo que significa estudiar convencionalmente hablando y crea una alternativa de aprendizaje denotada en juegos, actividades interactivas, adivinanzas y otras modalidades didácticas que hacen que sea más amigable la relación entre el usuario y el aplicativo.

Las aplicaciones didácticas, que experimentan ya un crecimiento notable en los países desarrollados, suministran nuevos instrumentos para actividades educativas como la anotación, el cálculo, la composición y la creación de contenidos. Un estudio reciente reveló que en 2011 se habían instalado 270 millones de aplicaciones relacionadas con la educación, más de 10 veces más que en 2009 (McKinsey & Company y GSMA, 2012) [7].

El hecho de que cada día se intensifique más el uso de dispositivos móviles ha hecho que se marque un punto tanto en la educación formal como en la informal, ya que cada una ha aportado para que se solidifique y se genere una alternativa robusta de aprendizaje tanto en las aulas de clase como en los entornos virtuales. De ahí que, la educación informal ha brindado el dinamismo y la creatividad al momento de aprender un tema, y paralelamente la formal ha definido los parámetros de formación y ha generado criterios mucho más serios y circunspectos

4. ANDROID EN LA ACTUALIDAD

Android es el S.O. con más demanda en el mercado de dispositivos móviles, cada mes, Google ofrece los datos actualizados sobre la distribución de versiones de este sistema operativo (véase tabla 2). Teniendo en cuenta los últimos informes realizados por Google, se encontró una clara disminución en uso de versiones como Gingerbread, Ice Cream y Jelly Bean.

Android ha llegado a posicionarse dentro de distintos dispositivos como lo son teléfonos, tabletas, televisores, autos y relojes.

Basándose en la información anteriormente mencionada y tratando de ofrecer las últimas características brindadas por las nuevas versiones de Android, se decidió diseñar una aplicación que intente abarcar la mayor cantidad de dispositivos móviles en la actualidad, enfocada a teléfonos y tabletas, para este propósito se contemplaron las diferentes dimensiones (small, normal, large, xlarge) y densidades (ldpi, mdpi, hdpi, xhdpi) de pantalla manejados por estos dispositivos [8].

Finalmente los recursos necesarios para el correcto funcionamiento de la aplicación son los siguientes:

- Sistema operativo Android (Ice cream sándwich) 4.0 o mayor, hasta la última versión de Android 6.0 (Marshmallow) (Recomendado Android 5.1)
- Más de 30 MB de espacio libre para la instalación.
- Procesador de 1 GHz o superior
- Memoria RAM de 512 MB o superior
- La aplicación solo está disponible para teléfonos y tabletas (en sus distintas dimensiones contempladas anteriormente).

Tabla 2. Informe de Android Marzo 2016

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	0.1%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	2.6%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	2.3%
4.1.x	Jelly Bean	16	8.1%
4.2.x		17	11.0%
4.3		18	3.2%
4.4	KitKat	19	34.3%
5.0	Lollipop	21	16.9%
5.1		22	19.2%
6.0	Marshmallow	23	2.3%

5. PROPUESTA TECNOLÓGICA

Desde el punto de vista académico es mucho más factible buscar una solución para la problemática inicialmente planteada debido a que se vive en carne propia los vacíos y las insatisfacciones que se tienen por parte de los sistemas académicos establecidos por la ley. Por ende, desde el seno de la universidad Francisco José de Caldas nace la idea de crear un aplicativo móvil que apoye y refuerce los conceptos básicos de la química como lo son los elementos, compuestos y reacciones químicas [10], con el fin de potenciar los conocimientos de los estudiantes en sus primeros pasos por la educación bachiller media, es decir, sexto y séptimo grado y por consiguiente se reflejen resultados positivos en las pruebas saber 11.

Se decidió utilizar un menú lateral (Navigation Drawer Figura 2) que permite acceso a los 4 módulos de clasificación de los cuales consta la aplicación.

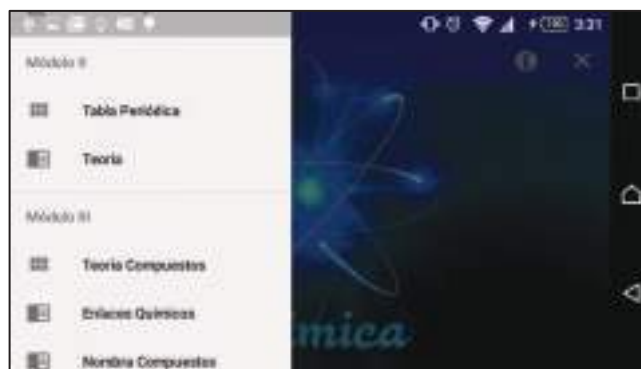


Figura 2. Pantalla menú lateral

En líneas generales cabe resaltar que la aplicación consta de cuatro módulos fundamentales:

- **Módulo de conceptos básicos:**

Como su nombre lo indica el módulo de conceptos básicos reúne las temáticas elementales de la química en general. En este se habla a groso modo del átomo, de las moléculas y de los estados de la materia.

- **Módulo de tabla periódica:**

El segundo módulo de la aplicación “Mi química” se caracteriza por presentar todos los elementos de la tabla periódica de los elementos químicos, bajo una interfaz agradable en donde el estudiante podrá identificar las particularidades más esenciales de este entorno. Ver Figura 3.



Figura 3. Interfaz módulo 2

- **Módulo de compuestos químicos:**

Este módulo ofrece al estudiante múltiples funcionalidades respecto a los compuestos químicos, allí el alumno podrá conocer de manera clara una parte teórica e introductoria que permitirá crear un panorama mucho más profundo para poder entender la práctica, posteriormente se brindará un juego dinámico en el cual se contará con dos ayudas para cada uno de los retos (Ver figura 4). El objetivo principal es que el usuario pueda adivinar el nombre de un compuesto en específico.

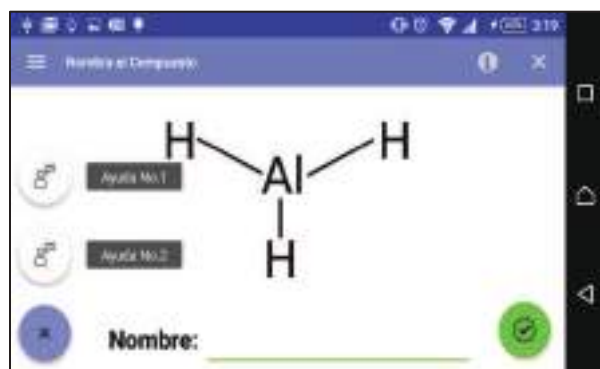


Figura 4. Interfaz módulo 3

- **Módulo de estequiometría:**

El módulo de estequiometría, al igual que el módulo de compuestos químicos contiene diversas funcionalidades, aquí el usuario podrá investigar algunos conceptos claves que permitirán

comprender de forma adecuada la praxis de las reacciones químicas (Ver figura 5). En resumen, el estudiante podrá interactuar de forma cómoda para comprender conceptos como Fórmula empírica, composición porcentual y algunos ejercicios de cantidad de moles y demás.



Figura 5. Interfaz módulo 4

Cabe resaltar que todos los módulos dentro de la aplicación trabajan bajo los parámetros de la metodología constructivista puesto que se parte de la idea de que el estudiante tiene nociones de algunos conceptos relacionados con estas temáticas, no obstante se brinda el mejor acompañamiento posible en la navegación dentro de la interfaz de “Mi química”.

Además se realizó un proceso de integración en el que se pudiera combinar la teoría con la práctica. En la Figura 6 se muestra un ejemplo aplicado al módulo 2 (Tabla periódica).

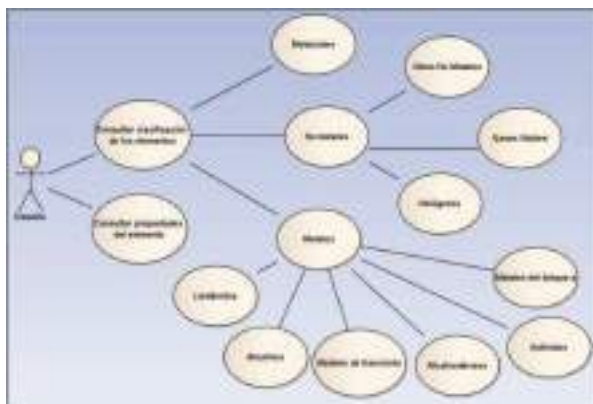


Figura 6. Diagrama de casos de uso del módulo 2

Adicionalmente se buscó la forma en que todos los módulos se pudieran integrar dentro de una misma interfaz y es allí donde nace el diagrama de Componentes, atendiendo los parámetros y lineamientos de la aplicación.

En la figura 7 se evidencia la forma en que se llevó a cabo este tipo de proceso.

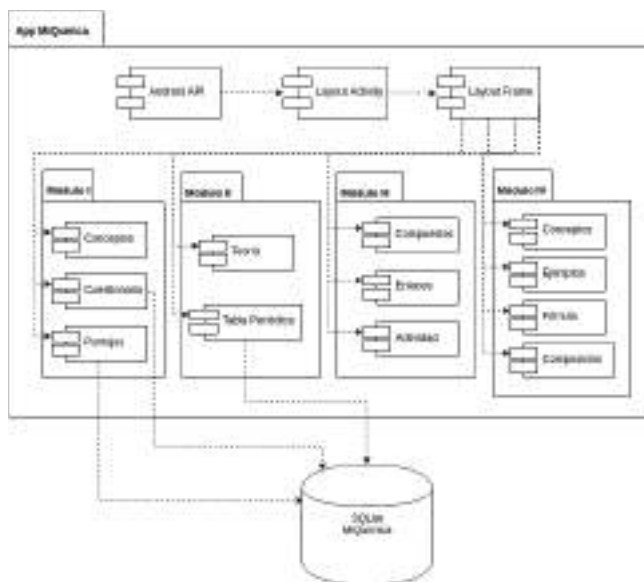


Figura7. Diagrama de Componentes

6. PRUEBAS DE APLICACIÓN

Se realizará una descripción acerca de las pruebas realizadas dentro de la institución Educativa Santa Ana, las cuales se realizaron dentro del horario educativo durante las horas de clase de Química. Gracias a esta institución por brindar la posibilidad de involucrar nuevas tecnologías dentro del aula de clase.

En compañía del docente a cargo se realiza un test inicial con el fin de calificar el conocimiento inicial sobre los conceptos básicos de química. Posteriormente se destina un espacio donde se brindan las herramientas necesarias para que los estudiantes puedan interactuar con la aplicación. Los alumnos guiados por el docente conocen los diferentes módulos teóricos y prácticos de la aplicación, se capturan los pastajes obtenidos.

Los resultados fueron:

Tabla 3. Resultados de los alumnos test inicial

Resultados del test de estado Inicial	
No. Estudiantes	Preguntas acertadas
0	6
0	5
4	4
6	3
16	2
12	1
2	0

Tabla 4. Resultados de los alumnos test final

Resultados del test de estado luego de la aplicación	
No. Estudiantes	Preguntas acertadas
0	6
4	5
12	4
8	3
12	2
4	1
0	0

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede evidenciar que el número de estudiantes con menos respuestas acertadas disminuyó al realizar la segunda prueba, y así mismo el número de estudiantes que acertaron entre 4 y 5 preguntas aumentó en el segundo test (Tabla 4), con relación al primer test (Tabla 3).

Se evidenció durante las pruebas aplicadas en el colegio Santa Ana, que la interfaz era sencilla y práctica puesto que los estudiantes entendieron fácilmente la navegabilidad entre los módulos.

Se encontró que los alumnos se interesaron en la aplicación y mejoraron sus conocimientos en el área de química. El módulo que generó mayor acogida por parte de los estudiantes fue la actividad de práctica del módulo 1, debido a que tenían que aplicar un grado alto de concentración para obtener el mayor puntaje.



Figura 8. Análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes.

7. CONCLUSIONES

El desarrollo de esta aplicación permitió verificar que los dispositivos móviles se pueden usar como herramienta en la educación formal, fortaleciendo los conocimientos previos y apoyando así la idea de una metodología de aprendizaje constructivista.

Se evidenció que las aplicaciones móviles motivan al estudiante a adquirir conocimientos nuevos puesto que interactúan constantemente con ellas e interpretan su lenguaje de una manera más fluida.

La aplicación Mi Química rompe con la idea de que no es posible integrar la tecnología dentro de las aulas de clase, ya que se comprobó que los estudiantes se interesaban bastante y se les facilitaba demasiado aprender conceptos básicos de química.

La metodología constructivista permite solidificar los conceptos que se tienen de química por parte de los estudiantes, puesto que se tienen unos conocimientos a priori de navegar en la aplicación, pero posteriormente se potencian y se hacen más amigables para el usuario.

Las innovaciones recientes en las tecnologías móviles se han centrado sobre todo en la creación de contenidos digitales, abriendo una puerta para crear y diseñar nuevas plataformas de software que permiten acceder a recursos educativos a través de dispositivos móviles.

8. REFERENCIAS

- [1] ZABALA, Robles Joaquín, Si la educación es mala el futuro del país es incierto, 25/10/2013.
- [2] Instituto colombiano para la evaluación de la educación ICFES – 15/06/2016.
- [3] Educación formal - Artículo 10 – Ministerio de educación nacional.
- [4] Educación formal - Artículo 36 – Ministerio de educación nacional.
- [5] Temas para concurso de maestros. editorial aula.1996.
- [6] Educación formal - Artículo 43 – Ministerio de educación nacional.
- [7] Carly Shuler, Niall Winters y Mark West. (2013) *El futuro del aprendizaje móvil, implicaciones para la planificación y la formulación de políticas*. Paris, FR: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- [8] Pérez, E. (08 de marzo, 2013). *Informe Android marzo: Lollipop supera a KitKat como versión más utilizada*. Obtenido de: <http://www.elandroidelibre.com/2016/03/informe-android-marzo-lollipop-supera-a-kitkat-como-version-mas-utilizada.html>
- [9] Lugo, M. T. y Schurmann, S. 2012. *Activando el aprendizaje móvil en América Latina: Iniciativas ilustrativas e implicaciones políticas*. Paris, UNESCO. Obtenido de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002160/216080S.pdf>
- [10] Muñoz-Reyes, C. 2011. *Hacia un nuevo paradigma pedagógico: tecnología móvil, educación y empoderamiento para todos. Entorno de Aprendizaje Móvil, basado en la indagación*. Obtenido de: <http://www.webinar.org.ar>



Sistema Web para la Visualización de Espacios Académicos por Medio de Códigos QR, Dirigido a Estudiantes de Tecnología en Sistematización de Datos de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas

Jhonatan Moreno González
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco
José De Caldas
Bogotá, Colombia
Cel: 3132681878
jsmoreno47@hotmail.com

Pedro Luis Reyes Luna
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco
José De Caldas
Bogotá, Colombia
Cel: 3017426857
peterreyes500@hotmail.com

José Vicente Reyes Mozo
Facultad Tecnológica
Universidad Distrital Francisco
José De Caldas
Bogotá, Colombia
Cel.: 3004764815
jovireyesm@yahoo.com

RESUMEN

El proyecto es un sistema de información web que contiene los datos de espacios académicos, salones, laboratorios y profesores, para los estudiantes de sistematización de datos; esto ayudará a tener la información (incluyendo horarios de atención a estudiantes) de manera oportuna, en cualquier momento y espacio, teniendo en cuenta que se debe tener conexión a internet.

El proyecto de grado, está desarrollando bajo la metodología RUP, [5] su objetivo principal es el software de alta calidad reuniendo elementos de modelos de procesos generales, partiendo de una perspectiva dinámica sobre las fases del modelo sobre el tiempo, partiendo por la recolección de información necesaria hasta el modelamiento del negocio por medio de diagramas UML.

El análisis de requerimientos funcionales y no funcionales, contribuyen con la vista general de lo que se realizó en la aplicación y la forma en la que se muestra el sistema de

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlos en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

información, luego, los diagramas de casos de uso, seguido los diagramas de flujo, en donde se define lo que realiza el sistema, a continuación, el diseño de los diagramas de actividad, secuencia, colaboración y estados, los cuales tienen como función puntualizar todo el modelado del negocio. Finalmente la fase de diseño, mostrando el diccionario de datos y diagrama de clases, clausurando con el modelo de interfaz.

Palabras Claves

Sistema de información, Código QR

ABSTRACT

The project aims to develop a web information system containing data of academic, classrooms, laboratories and teachers, for students systematization of data spaces; this would help to have the information (including office hours to students) in a timely manner, at any time and space, considering that it should have internet connection.

The graduation project is developing under the RUP, [5] its main goal is high quality software gathering elements models of general processes, from a dynamic perspective on the faces of the model over time, starting with the collection necessary information to business modeling using UML diagrams.

The analysis of functional requirements and non-functional, contribute to the overall view of what is to be performed in the application and the way in which the system information is displayed, then the use case diagram, followed diagrams flow, where is defined what made the system, then design activity diagrams, sequence, collaboration and states, which have the function to point out all the modeling business. Finally enter the

stage of design, showing the data dictionary and class diagram, closing the interface model.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo principal desarrollar un sistema de información web que contenga los datos de espacios académicos como salones, laboratorios y profesores correspondientes al Proyecto Curricular de Tecnología en Sistematización de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; esto permitirá centralizar y presentar la información con alta disponibilidad a los estudiantes del programa académico.

Inicialmente se definieron las etapas de desarrollo, describiendo el planteamiento del problema, delimitando objetivos, alcances y limitaciones; adicionalmente se presenta un marco de conceptualización para mostrar qué tan viable es el proyecto. Consecutivamente, se podrá visualizar la fase de análisis en donde se describe puntualmente el modelado del negocio por medio de requerimientos del sistema, funciones, definición de actores, entre otros, utilizando el modelamiento UML.

Asimismo, se detalla la fase de diseño donde se muestran los diferentes diagramas, el modelo relacional. Para finalizar la fase de implementación, en el cual se detalla la documentación para declarar clases, métodos, variables, procedimientos, y demás. Añadiendo los resultados de las pruebas realizadas al sistema de información WEB y se especifica lo requisitos de software y hardware para utilizar la página.

Metodología y proceso de Desarrollo

Problema planteado

El Proyecto Curricular de Sistematización de datos de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, actualmente cuenta con un sistema de información en todo lo que se refiere a horarios académicos de profesores, estudiantes, salones y laboratorios de informática, pero ¿Esta información está disponible para todos(as) los(as) estudiantes pertenecientes al Proyecto Curricular, o a la comunidad en general? ¿Es posible saber las horas de atención a estudiantes de los profesores?, ¿Se puede saber con certeza qué aula o laboratorio está disponible? ¿Existe una aplicación que muestre esta información a cualquier momento y en cualquier parte?

Los horarios de los salones y laboratorios estaban disponibles en una hoja tamaño carta adherida a la entrada del mismo, que contenía las materias, horas en las que se desarrollaban y el nombre del profesor. Aunque actualmente no están en el aula, el sistema Cóndor tampoco permite tener acceso a la información, lo que causa confusiones en algunas ocasiones, a estudiantes nuevos y profesores con una misma aula asignada.

Las horas de atención a estudiantes, de los profesores, se pueden ver en la coordinación del proyecto curricular a través de una carpeta que contiene estos datos, pero a esta información no se puede acceder en determinados casos, como por ejemplo fuera de los horarios de atención o cuando no es posible el ingreso.

Por lo tanto se requirió de un sistema web que permita reunir esta información, optimizaría tiempos al momento de buscar a un profesor, encontrar un lugar disponible para actividades académicas, evitar estudiantes o profesores perdidos, además de esto, ecológico, económico y práctico para los usuarios de la sede

tecnológica. Adicionalmente muestre los horarios de atención de los profesores, aulas, laboratorios de informática y la disponibilidad de los mismos

El Proyecto Curricular de Tecnología de Sistematización de Datos, maneja la información de los horarios de cada profesor, disponibles en una carpeta física para ser consultados por quien lo desee; lastimosamente esta información en ocasiones no está actualizada o disponible en cualquier momento, debido a que los horarios de atención de la coordinación son de 9:00am a 5:00pm, añadiendo, que si se desea conocer el email para hacer contacto con los profesores de manera electrónica es necesario ingresar al sistema Cóndor; en pocas palabras esta información está dispersa.

Objetivo General del proyecto

Desarrollar un sistema de información web que contenga los datos de espacios académicos, salones, laboratorios y profesores. Enfocado al Proyecto Curricular de Tecnología en Sistematización de datos perteneciente a la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Objetivos Específicos

- Realizar un análisis que nos permita obtener requisitos de la información a manejar.
- Recolectar información para la base de datos.
- Implementar el módulo de consulta, realizando la conexión con el formulario web.
- Implementar el módulo para generar códigos QR que contengan los datos de los espacios académicos de determinado salón o laboratorio de informática perteneciente al proyecto curricular Tecnología en Sistematización de Datos.
- Implementar el módulo para generar PDF's al momento de consultar los horarios de los salones.
- Implementar módulo de administración, creando un usuario que pueda ingresar a gestionar la base de datos.

Posibles Alcances y Limitaciones del Proyecto

Alcances

Este sistema apoyará a los estudiantes pertenecientes al programa de Sistematización de Datos, que estén interesados en consultar los horarios de los salones disponibles en la facultad tecnológica. Las características que tendrá el sistema desarrollado son:

- Permite la administración de la base de datos por medio de un usuario y contraseña.
- Genera códigos QR.
- Permite acceder a la página web desde cualquier dispositivo móvil.
- En la página principal muestra dinámicamente los salones o laboratorios disponibles para uso académico.
- Permite realizar consultas de horarios de salones y profesores. Para los salones debe seleccionar el bloque en el mapa de la facultad, seguido del salón particular de interés. En el caso del horario de un profesor, debe seleccionar el nombre y automáticamente se genera.
- Admite ver la información de contacto (correo electrónico) del profesor en el caso de búsqueda por profesores.
- Inicialmente se aplica a estudiantes y profesores de Tecnología en sistematización de datos de la Facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Limitaciones

- No tiene una conexión directa con los servicios de la Universidad o hipervínculo en la página de la misma.
- El servicio sólo está disponible si tiene conexión a internet.
- La lectura de códigos QR puede variar según la aplicación con que haga la acción.
- La actualización de base de datos, la visualización y respuesta de mensajes del apartado de “contáctenos” puede ser lenta según la disponibilidad de quien esté designado como administrador.

Justificación

Existe gran variedad de sitios web que contienen información de forma organizada y disponible para la comunidad de una empresa, ciudad o región determinada, por ejemplo, una página gubernamental colombiana [5] Si Virtual, la cual permite consultar todos los trámites que podemos realizar de manera virtual y presencial, muestra los puntos de atención más cercanos por medio de un mapa interactivo, plazos de fechas límites de trámites para estar al día con el estado y mucho más. Esto es un claro ejemplo de que concentrar y presentar la información tiene utilidad a la hora de que el usuario final requiera o necesite determinado dato.

Hoy por hoy la adquisición de información, está requiriendo mayor inmediatez, fiabilidad, confiabilidad, portabilidad, disponibilidad. Es por eso que es conveniente tener esa información condensada en un lugar de fácil acceso.

Por medio de la página web y la ayuda de los códigos QR, se logra el objetivo de distribuir la información de los horarios de cada salón, que corresponden al proyecto curricular de Sistematización de Datos en la Facultad Tecnológica, ayudando a los estudiantes del mismo, para así poder ubicar sus aulas de clases y materias de una mejor manera. Esto se obtiene de dos maneras, la primera es ingresando al sitio web, en su página de inicio muestra la información de forma dinámica de los salones o laboratorios disponibles para uso académico, además tiene un módulo de búsqueda personalizada que muestra el horario de conveniencia o simplemente para encontrar o contactar a un profesor. El otro modo disponible, es con la ayuda del código QR ubicado a la entrada de cada aula, al realizar el escaneo por medio de un dispositivo móvil, se obtiene un link para descarga un archivo en formato PDF, que contiene la información detallada del horario que tiene el lugar en mención.

Estado del Arte Proyecto Información en Línea Sobre las Aulas - QR UJTL[1] Es una página web que le permite a los estudiantes de la universidad Jorge Tadeo Lozano ubicar de forma ágil y oportuna la información sobre las cátedras que se dictan en cada aula y su ubicación física en el campus universitario, además cuenta con la posibilidad de generar códigos QR, estos se ubicarán en cada aula, al ser leídos con un smartphone serán redirigidos al portal Web.

¿En qué se diferencia QR UJTL al proyecto?

La diferencia entre estos proyectos radica en la cobertura de información, el nuestro mostrará la información disponible para el proyecto curricular Tecnología en Sistematización de Datos, además contará con un módulo que permitirá consultar los horarios de atención a estudiantes y las asignaturas dictadas de cada profesor.

FACTIBILIDAD

Para el desarrollo del proyecto se realizó el estudio de factibilidad correspondiente.

Factibilidad Técnica. En el proyecto a realizar se hará el uso de herramientas tales como: Sublime Text, SQL Server 2008 R2, XAMPP. En Sublime Text se editarán los archivos HTML, PHP, CSS y JS. SQL Server se utilizará para crear la base de datos que almacenará la información de los horarios, profesores y salones, necesaria para brindar la máxima disponibilidad y confiabilidad de la misma, XAMPP lo usaremos como servidor local, para construir y realizar pruebas al sistema web.

Factibilidad Operativa. El desarrollo del proyecto se encuentra estimado en un tiempo considerable, cuento para el desarrollo con José Vicente Reyes Mozo (Director del Proyecto), y Jhonatan Schneider Moreno González y Pedro Luis Reyes, desarrolladores del proyecto y estudiantes de la Universidad Distrital.

Factibilidad Legal. Se cuenta por completo con el licenciamiento del software requerido para el desarrollo del proyecto y se trabajará teniendo en cuenta las leyes de normatividad de desarrollo de software. El software necesario sería: Windows 10 Single Language 64 bits, MySQL, Sublime Text 2 y XAMPP.

Factibilidad Económica. En el proyecto no se incurrió en gastos de software, más sin embargo si en hardware, requerido para pruebas y desarrollo. Fue necesario de dos equipos de trabajo, asesorías de los tutores del proyecto, acceso a Internet y papelería para realizar el modelado del proyecto.

Fase de Análisis

En esta etapa se establecieron los siguientes requerimientos para el diseño del sistema:

Requerimientos Funcionales y no funcionales requerimientos funcionales para los cuales el sistema debe permitir:

- Al administrador ingresar por medio de unas credenciales de acceso predefinidas, ver notificaciones de reportes de Usuarios en tiempo real, consultar registros de la base de datos, agregar registros a la base de datos, modificar registros de la base de datos, eliminar registros de la base de datos, consultar los comentarios o reportes de problemas
- Contener una base de datos fácilmente administrable, por medio de la página web.
- Al usuario hacer consultas sobre los horarios de los profesores y salones, reportar un error relacionado con la página.
- Finalmente debe: tener los datos de contacto de los desarrolladores y administrador, contener el logo de la universidad y del aplicativo, mostrar en nombre del módulo en el que se encuentra el usuario, y poderse visualizar en cualquier dispositivo.

El actor administrador tiene acceso a todo el sistema. Gestiona la base de datos, códigos QR y comentarios. El administrador la posibilidad de realizar operaciones de crear, leer, actualización y eliminación de datos de la página web, incluyendo la gestión de códigos QR y respuesta a comentarios o reportes de errores por parte de los Clientes, este acceso se logra por medio de unas credenciales de acceso, definidas con anterioridad.

El actor usuario es aquel que solo tiene acceso a consultas de horarios de salones y profesores, además de la visualización de reportes o comentarios. El usuario tiene acceso a una consulta

completa de los bloques, horarios académicos, materias, profesores, salones y visualización de los códigos QR generados por las consultas incluyendo puede ver y los comentarios o reportes de errores de otros usuario y realizarlos.

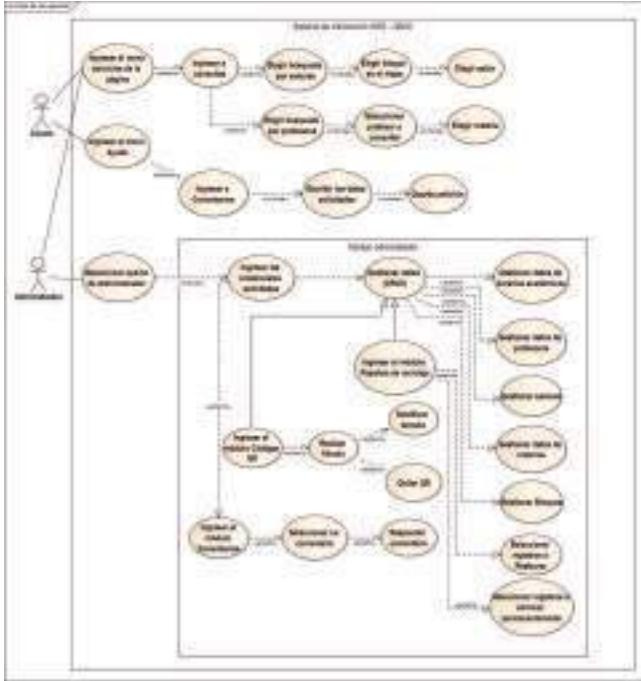


Imagen 1. Diagrama de caso de usos general de la aplicación.

Selección de Herramienta

Elegimos el lenguaje de programación PHP junto al framework de desarrollo LARAVEL 5 debido a las ventajas que nos brinda la unión de estos dos; en primera medida las facilidades en tiempo de desarrollo que lleva producir una aplicación utilizando este framework, también por la documentación que nos facilita el desarrollo y la solución de problemas que surgen durante el mismo, además del amplio sistema de paquetes y drivers que trae LARAVEL, facilitándonos la configuración y ampliación con elementos como servidores de correo u ORM para el manejo de bases de datos, en este caso mediante eloquent.

Aunque existen otros lenguajes de programación como java y python, los cuales están enfocados a la web, son orientados a objetos y cuentan con una seria de framework robustos y seguros, pero, optamos por PHP y LARAVEL debido a la facilidad de desarrollo que presta el framework y a la baja curva de aprendizaje del mismo, pues frameworks como por ejemplo JSF para java tienen un tiempo de aprendizaje elevado, y el manejo de componentes, como primefaces o richface llevan tiempo, razón por la cual PHP junto con este framework tienen ventaja aunque otros lenguajes sean robustos y solventes.

DESARROLLO

El sistema de información QRUD, es una página web que tiene como objetivo mostrar información relacionada con espacios académicos, salones, laboratorios y profesores, correspondientes a Tecnología en Sistematización de Datos de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Sus funciones especiales radican en la generación de códigos QR los cuales se pueden imprimir y escanear; también se puede visualizar consultas y generar archivos PDF de la misma.

Para ingresar a la aplicación se debe tener una cuenta con perfil de cliente o administrador. El de cliente muestra los datos de horarios y el de administrador presta una ayuda para gestionar los registros de la base de datos.

El modo cliente posee las siguientes funciones: Búsqueda por profesores, búsqueda por salones, generación de códigos QR después de una consulta, generación de archivo PDF.

El modo administrador, tiene las siguientes funciones: gestión de la base de datos (CRUD), papelera de reciclaje para registros eliminados, gestión de códigos QR, gestionar comentarios, responder comentarios

APLICACIÓN

La pantalla de bienvenida en el centro, nos muestra los salones y laboratorios disponibles para su uso académico, al lado izquierdo se visualiza el menú hamburguesa con las siguientes opciones: Servicios y Ayuda. Dentro de servicios tenemos Consultas y Administración, la opción Ayuda contiene, Realizar un comentario y acerca de.

La pantalla de bienvenida en el centro, nos muestra los salones y laboratorios disponibles para su uso académico, al lado izquierdo se visualiza el menú hamburguesa con las siguientes opciones: Servicios y Ayuda. Dentro de servicios tenemos Consultas y Administración, la opción Ayuda contiene, Realizar un comentario y acerca de.



Imagen 2: Pantalla de inicio - Sistema QRUD

En la pantalla de inicio de sesión podemos ingresar las credenciales predefinidas, estas nos permitirán acceder al módulo de administrador.



Imagen 3: Ingresar al sistema como administrador

En esta pantalla podemos encontrar unos recuadros que nos muestra la información más relevante respecto a los comentarios recibidos en la página. Al lado izquierdo se puede visualizar que el menú hamburguesa tiene unas opciones adicionales, éstas, nos

ayudarán a gestionar la base de datos, incluyendo, la gestión de códigos QR y comentarios.



Imagen 4: Pantalla de bienvenida - Módulo administrador

Como se había mencionado anteriormente, la página se divide en dos partes designadas para dos usuarios diferentes, una es el módulo de administrador y la otra para el Cliente, respectivamente.



Imagen 5: Página de consultas

Página de gestión de códigos QR

En este módulo nos permite generar e imprimir la lista de códigos QR de salones y profesores, así mismo, podemos filtrar la búsqueda por bloques y por profesores, dando click en el panel izquierdo “Gestión códigos QR” y seleccionando “filtrar por bloques” o “filtrar por profesores”.



Imagen 6: Módulo administrador - Página de gestión de códigos QR por bloques

A continuación, elegiremos en el panel “Opciones” el bloque de interés, podemos buscarlo por número o escogiéndolo de la lista. Seguido de esto, en el panel “Salones” seleccionamos o chuleamos los salones deseados para generar los códigos QR a imprimir.

Una vez seleccionados los salones, hacemos click sobre el botón verde “Agregar códigos QR” para generar y añadir los códigos a panel de “Vista preliminar”.



Imagen 7: Módulo administrador - Gestión de códigos QR, Vista preliminar de códigos generados

Para finalizar, damos click en el botón “imprimir” situado en la parte inferior derecha de la página.

Recomendación, es necesario realizar un paso adicional en el navegador Firefox para imprimir la lista de códigos QR generados.

CONCLUSIONES

- Implementar un sistema de información web que contenga los datos de horarios de salones y profesores ayuda a los estudiantes de Sistematización de Datos a encontrar rápidamente la información que necesitan en determinado momento y espacio.
- El efectuar la impresión de los códigos QR como alternativa a los horarios convencionales ubicados a la salida de los salones, logra que la información se vuelva portable por medio del PDF y consultable en cualquier momento al estar en una página web. Además de ecológica al utilizar menos papel para imprimir los horarios.
- Tener un módulo de administración en la página protegido por medio de unas credenciales es seguro para la información que se encuentra contenida, pero el usuario que la administre, tendría que estar atento a los cambios que se efectúen para mantener la información actualizada, sería bueno que en un futuro se pudiera hacer una conexión directa con la base de datos del sistema Cóndor.
- El sistema podría llegar a ser implementado a una mayor escala, incluyendo los demás proyectos curriculares y Facultades de la Universidad.

REFERENCIAS

1. Rojas Cruz, Jeimy Lorena. Sistema de información web para la gestión de inventarios implementando códigos QR. Trabajo de grado Tecnología en Sistematización de Datos. Bogotá D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Tecnología-Politécnica. 2014.
2. El lenguaje SQL. Introducción. [En línea]. 2015. Disponible en internet: http://ocw.uoc.edu/computer-science-technology-and-multimedia/bases-de-datos/bases-de-datos/P06_M2109_02149.pdf
3. Universidad de Murcia. Desarrollo de Aplicaciones Web Xampp. [En línea]. 2014. Disponible en internet: <http://www.um.es/docencia/barzana/DAWEB/Desarrollo-de-aplicaciones-web-Xampp.html>

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

4. JOJOOA - TECNOLOGÍA, MARKETING Y CRM. Definición de PHP - ¿qué es PHP?. [En línea]. 2012. Disponible en internet: <https://sites.google.com/site/jojooa/informatica-tecnologia/definicion-de-php-que-es-php>.
5. Si virtual. Gobierno en línea. [En línea]. Disponible en internet <https://www.sivirtual.gov.co/>
6. GRUPO CUYS (COMO USTED YA SABE). Metodologías de desarrollo de software. [En línea]. Disponible en internet: http://www.comoustedyasabe.com.ar/datos/Tercero/1er_cuatrimestre/Metodologias/Apuntes_CUYS/Apunte_Final.pdf
7. Marthe de Carvajal. Cómo Elaborar Y Presentar Un Trabajo Escrito. 4ª ed. Lugar de edición: Barranquilla. Ediciones Uninorte. 1999. 257p.
8. CUADRA, Dolores. Desarrollo de bases de datos. México. Alfaomega: Ra-Ma, 2008. 569p.
9. MARTÍN SIERRA, Antonio J. Programador certificado Java 2. México. Alfaomega: Ra-Ma. 2010. 620p.
10. IAN SOMMERVILLE. Ingeniería del software, séptima edición. Madrid. Pearson educación. 2005.



Uso de librerías OpenCV en Java y BlueJ para diseño de interfaces en el análisis de imágenes de geles de proteínas

Jorge Juárez

Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
jorge.jaime@metropoli.edu.mx

María del Rayo G. Guevara
Villa

Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
rayo.guevara@metropoli.edu.mx

José Luis Hugo Díaz Biffano

Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
hugo.diaz@metropoli.edu.mx

Galdy Hernández Zarate

Universidad Tecnológica de Huejotzingo
Real San Mateo, Santa Ana
Xalmimilulco, Puebla, México
52(227) 275-9300
galdyhz@gmail.com

Franco Rojas López

Universidad Politécnica Metropolitana
de Puebla
Calle Popocatepetl s/n 3 cerritos
Puebla, México.
52(222) 467-2532
franco.rojas@metropoli.edu.mx

RESUMEN

Las proteínas expresadas en un gel de poliacrilamida se identifican por manchas que pueden traslaparse y que a simple vista no siempre puede identificarse si alguna proteína de interés biológico se encuentra presente o no en el análisis biomédico o biotecnológico. Por ello, utilizando el IDE blueJ, junto con java y las librerías de OpenCV se generaron interfaces que permiten dar el procesamiento inicial de imágenes de geles de proteínas obtenidos por electroforesis de geles de poliacrilamida (SDS-PAGE) teñidos con azul de Coomassie y permitir la separación de

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

las bandas lo suficiente para identificar la presencia o ausencia de la proteína de interés.

Palabras Clave

Análisis de imágenes, gel de poliacrilamida, OpenCV, java, blueJ

ABSTRACT

The proteins expressed in a polyacrylamide gel are identified by overlapping spots and sometimes are not visible to the naked eye if a protein of biotechnology interest was or not expressed in the protein studies. For that, using blueJ IDE with java and OpenCV libraries we make software interfaces for the preliminary images analysis of gels of proteins obtained with polyacrylamide analysis gel electrophoresis (SDS-PAGE) stained with Coomassie blue and separate enough the spots for identify the presence or absence of protein of the interest.

Keywords

Image analysis, polyacrylamide gel, OpenCV, java, blueJ.

INTRODUCCION

El análisis y el procesamiento de imágenes proporcionan un medio para extraer y cuantificar objetos y patrones a partir de los

datos de una imagen y obtener respuestas a preguntas significativas no solamente en el área de las ciencias computacionales, sino también en biomedicina. La segmentación de imágenes es el proceso de dividir los elementos de una imagen en grupos de tal modo que todos los elementos en un grupo tienen una propiedad en común. [1-3].

En el dominio biomédico, esta propiedad común usualmente se refiere a los elementos que pertenecen al mismo tejido celular u órgano. La segmentación de las estructuras anatómicas es una tecnología clave que asiste al médico o analista en el diagnóstico, planificación y orientación del paciente. La segmentación permite la visualización de las estructuras de interés así como remover información innecesaria de tal manera que se convierte en un proceso fundamental en la mayoría de los sistemas que soportan diagnóstico médico. El proceso de segmentación es un paso previo para el éxito de diversas aplicaciones tales como lesiones traumáticas cerebrales, extracción automática de perfiles de DNA o análisis de proteínas expresadas en una muestra de una población específica [4,5].

Los avances en la investigación biomédica y en biología molecular dependen de la interpretación de los datos obtenidos durante los experimentos realizados en la expresión de genes o de proteínas, estos resultados son analizados mediante geles de agarosa o de poliacrilamida que consisten en la representación de bandas ubicadas en una fila y columna específica. Una interpretación incorrecta de estas bandas lleva a conclusiones erróneas. Por otro lado, un gel con bandas borrosas o muy decolorado son descartados o eliminados y se tienen que repetir los experimentos, lo que lleva al problema de no poder recolectar otra muestra si no se cuenta con la célula, el gen o el individuo que requiere dicho análisis [5].

En 1999 se publicó por parte del equipo de Xiangyun Ye el primer acercamiento hacia como procesar un gel de poliacrilamida empleando transformadas Top Hat después de un análisis de picos del histograma de la imagen para poder detectar la existencia o ausencia de bandas en una región de un gel [6]. Para el 2000, Alon Efrat plantea el uso de algoritmos geométricos para poder identificar una mancha que sea similar entre dos imágenes diferentes [7].

Por otro lado, Ivan Bajla en el 2001 presenta un análisis de gel de ADN logrando eliminación de ruido de fondo del gel empleando una convolución Gaussiana 1D [8].

En el 2010, el equipo de Andrew W. Dowsey publica una comparación entre los diferentes programas comerciales que existen para poder eliminar ruido en la imagen de los geles y que permitan alinear las bandas que representan a las proteínas mejorando la calidad de la imagen y que pueda ser interpretada por el analista [9].

En el 2013 Koprowski y su equipo publican el que hasta el momento es el mejor trabajo en cuanto al análisis de geles de poliacrilamida. Demuestran que los programas disponibles no pueden lograr la identificación de las bandas de un gel. Utilizan imágenes de alta calidad obtenidas con un fotodocumentador alcanzando una resolución de 3806x1027 píxeles. Las técnicas empleadas en su investigación permiten obtener imágenes corregidas y que puedan ser fácilmente interpretadas por los analistas del departamento de genética de la universidad de Silesia en Polonia [5].

Jan M. Brauner en el 2014 consigue un algoritmo que permite hacer correlaciones de las bandas que contiene el gel de poliacrilamida y después de tratar la imagen permite eliminar

falsos positivos y que el analista pueda diferenciarlos de las bandas que corresponden a las proteínas expresadas reales [10].

El software desarrollado permite la reducción de experimentos y facilita la interpretación en el gel buscando si se ha expresado o no la proteína que el analista está buscando, sin que esta dependa de la baja decoloración de la imagen evitando que el gel sea eliminado o que los resultados obtenidos sean descartados sin tener que repetir experimentos que en los laboratorios de biomedicina resultan costosos.

OpenCV

OpenCV es el acrónimo de Open Source Computer Vision, es una librería de software libre, de código abierto que permite facilitar el análisis de imágenes y el aprendizaje computacional. Fue construido para proporcionar una infraestructura común para aplicaciones de visión computacional y acelerar el uso de las computadoras hacia productos comerciales. Empezó como un producto licenciado por BSD y que evolucionó hacia software de código abierto para poder utilizarse en negocios y permite realizar modificaciones en el código [11].

OpenCV es una librería con más de 2500 algoritmos optimizados, utilizada por empresas importantes y que además puede ejecutarse en sistemas operativos windows, linux/unix, Android y Mac OS. Existen instrucciones escritas para poder ser ejecutadas desde diferentes lenguajes de programación como C++, C, Python, Java y MATLAB.

Java

Java es un lenguaje de programación que tomó gran auge con el internet, es un lenguaje confiable, rápido y seguro. La ventaja de java es que los programas escritos en este lenguaje no necesitan ser modificados para ser ejecutados en otros sistemas operativos, basta con tener instalada la máquina virtual de java y poder utilizarla en diferentes plataformas y el programa funcionará sin modificaciones, inicialmente le pertenecía a Sun microsystems y actualmente lo distribuye Oracle. Es el estándar global para desarrollar y distribuir aplicaciones móviles y desarrollo de juegos [12].

BlueJ

Dentro de los ambientes de desarrollo de java existen Netbeans, Eclipse y BlueJ. Este último tiene la ventaja de no requerir muchos recursos de hardware para el desarrollo de aplicaciones java, presenta una interfaz muy sencilla para que los programadores puedan desarrollar software con la desventaja de que la forma de integrar la información la realiza el programador, es decir, las interfaces gráficas de java tienen que ser definidas por el programador y no por BlueJ. La ventaja de hacer esto es que el usuario tiene el control de todo el código y un IDE que facilita la programación, el compilado y la ejecución de sus programas. Otra ventaja muy importante que tiene BlueJ es que permite integrar librerías externas de tipo JAR de manera muy simple, basta con agregarlas en el menú de herramientas y preferencias y BlueJ reconocerá el código de las nuevas librerías como es el caso de requerir integrar las librerías *javacpp.jar*, *javacv-windows-x86.jar*, *javacv.jar* y *open-245.jar*. BlueJ es desarrollado por la Universidad de Kent y avalado por Oracle [13].

Metodología Experimental

Para realizar un estudio sobre expresión de proteína primero se requiere agregar la secuencia genética de una proteína recombinante dentro de un vector de expresión bacteriano,

insertarlo dentro de la bacteria, crecerla en un medio de cultivo controlado e inducir su expresión con algún activador. Posteriormente, se realiza algún método de purificación de proteínas y se realiza la separación de las mismas por SDS-PAGE (electroforesis de gel de poliacrilamida) para visualizarlas con el método de tinción de Coomassie (ver figuras 1 y 2).



Figura 1. Diagrama de los pasos a seguir en la metodología para obtener geles de proteína

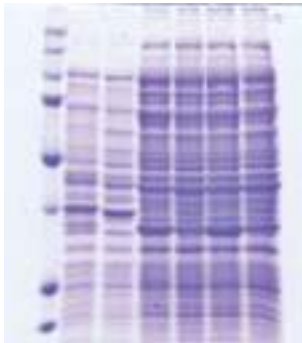


Figura 2. Gel de electroforesis de proteína recombinante expresada en bacterias usando el método de tinción de Coomassie.

Diseño del software

Se diseñaron interfaces en java para poder realizar el análisis de imágenes preliminar que permita delimitar los contornos de las imágenes obtenidas de geles de poliacrilamida.

Se agregaron las librerías de OpenCV y se programaron para poder realizar la conversión de grises, el manejo de cambios en el umbral, se aplicaron las transformadas gaussianas y el filtro de imagen adaptativo. Se colocó un slider para que el usuario pueda manipular las opciones instaladas, y finalmente un menú para que se puedan abrir y guardar las imágenes generadas con el programa. La figura 3 muestra la interfaz inicial y la figura 4 el diagrama de los métodos generados para poder realizar el análisis de imágenes preliminar.

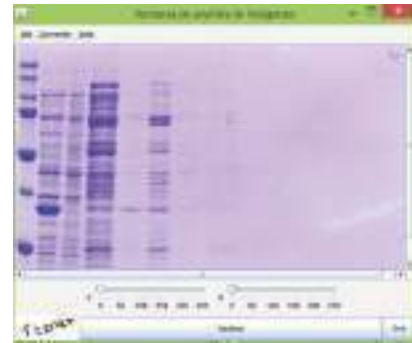


Figura 3. Interfaz inicial donde el usuario incorpora la imagen para realizar el análisis de la misma

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos con los experimentos en el laboratorio y con la aplicación del software.

Resultados experimentales

La figura 5 muestra un ejemplo de los geles obtenidos después de realizar la purificación de proteínas recombinantes y que se usaron en el dataset de imágenes para probar el software desarrollado. La tinción se realizó con el método de azul de Coomassie y la imagen se capturó con un escaneo del gel de electroforesis obtenido.

Resultados del análisis de imágenes preliminar

Para poder realizar la programación de las interfaces empleando el convertidor de grises, el manejo de umbral, la transformada gaussiana, el filtro de imagen adaptativo con las librerías de OpenCV, se buscaron las versiones que pudieran funcionar adecuadamente con el lenguaje de programación Java junto con el IDE BlueJ. Después de probar diferentes versiones las que dieron la funcionalidad requerida fueron:

- OpenCV (versión 2.4.5).
- BlueJ (versión 3.1.7).
- Java (versión JDK 6.21 o superior).



Figura 4. Diagrama de los métodos programados para tener el software que permite realizar el análisis de imágenes de geles de proteínas.

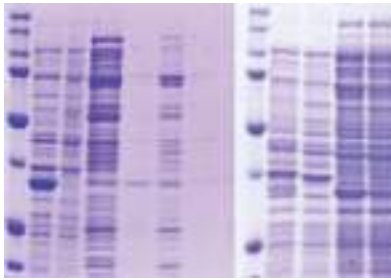


Figura 5. Geles de poliacrilamida obtenidos de la purificación de proteína recombinante expresada en bacterias reveladas con azul de Coomassie



Figura 6. Conversión de la imagen a grises

El primer análisis consiste en convertir la imagen a grises para eliminar la tonalidad del azul de Coomassie, éste primer paso permite al analista que pueda identificar la tonalidad de las bandas y apreciar si existe alguna con mayor intensidad que otra para verificar si se ha expresado o no la proteína recombinante (figura 6).

El rango de la escala de niveles de grises de los objetos se obtiene observando un perfil a través de la imagen. El nivel de fondo se coloca en cero (Z_1) y el color de mayor intensidad se le asigna un valor máximo de gris (Z_2). El resto de los colores se ajusta al gris con diferente tonalidad entre los dos valores mínimo Z_1 y máximo Z_2 .

Si tomamos como B a la resolución en tonos de la imagen digitalizada, $f(x,y)$ es la imagen a procesar y $g(x,y)$ es la imagen resultante en grises entonces los colores pueden escalar en 2^B-1 niveles:

$$g(x,y) = \begin{cases} \frac{(f(x,y)-Z_1)(2^B-1)}{Z_2-Z_1} & Z_1 < f(x,y) < Z_2 \\ 2^B - 1 & f(x,y) \geq Z_2 \\ 0 & f(x,y) \leq Z_1 \end{cases} \quad (1)$$

En openCV se expresa como sigue:

```
IplImage src=cvLoadImage(ruta); //ruta de la imagen a analizar
CvSize cvSize=cvSize(src.width(),src.height()); //Tamaño de la imagen
IplImage gray=cvCreateImage(cvSize,src.depth(),1);//imagen inicial f(x,y)
cvCvtColor(src,gray,CV_BGR2GRAY);//conversión a grises
cvSaveImage("new.png",gray);//imagen de salida g(x,y)
```

Al aplicar un filtro de imagen adaptativa permite realzar el procesamiento o reestablecer los datos que han sido modificados, también permite delimitar los contornos de la imagen y con ello poder identificar si existe alguna diferencia en la imagen (figura 7).

El filtro adaptativo puede detectar los bordes de cada pixel por que a cada elemento de la imagen de entrada $f(x,y)$ le asigna una matriz A cambiando los valores a su alrededor como lo muestra la tabla 1.

Tabla 1. Matriz de valores para el filtro adaptativo de cada pixel.

A_0	A_1	A_2
A_7	$f(i,j)$	A_3
A_6	A_5	A_4

Por conveniencia representamos a

$$A_i = A_{i+8} \quad (2)$$

Donde tenemos que

$$S_i = A_i + A_{i+1} + A_{i+2} \quad (3)$$

$$T_i = A_{i+3} + A_{i+4} + A_{i+5} + A_{i+6} + A_{i+7} \quad (4)$$

Que nos permite obtener la imagen de salida $g(x,y)$ definida como:

$$g(x,y) = \max\left(1, \max_{i=0}^7 (|5S_i - 3T_i|)\right) \quad (5)$$

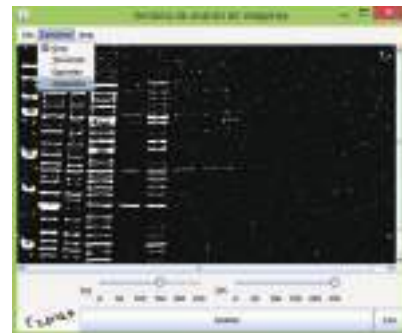


Figura 7. Filtro de imagen adaptativa para resaltar contornos de la imagen.

En OpenCV se expresa como sigue:

```
IplImage src=cvLoadImage(ruta);//imagen de entrada f(x,y)
CvSize cvSize=cvSize(src.width(),src.height());//cálculo de tamaño
IplImage gray=cvCreateImage(cvSize,src.depth(),1);//ajuste de tamaño
cvCvtColor(src,gray,CV_BGR2GRAY);//conversión a grises
cvAdaptiveThreshold(gray, gray, 255, CV_ADAPTIVE_THRESH_MEAN_C,
CV_THRESH_BINARY_INV, 11, 5);//filtro adaptativo
cvSaveImage("new.png",gray);//imagen de salida g(x,y)
```

Para detectar si una proteína recombinante se ha expresado, el gel de poliacrilamida se divide en columnas, donde cada una de ellas presenta diferentes experimentos realizados por el analista.

La detección de una proteína recombinante consiste en identificar si existe una banda que no aparezca en ambas columnas, la cual no siempre es visible a simple vista como en la figura 8.

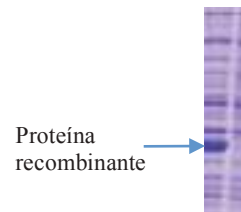


Figura 8. Detección de la proteína recombinante en el gel de poliacrilamida.



Figura 9. Análisis gaussiano de la imagen del gel de poliacrilamida.



Figura 10. Análisis final de la imagen después de modificar el umbral.

Si el análisis realizado hasta el momento no permite la detección de la proteína recombinante expresada, se puede realizar la transformada gaussiana para delimitar el contorno de las bandas (figura 9)

El filtro gaussiano permite colocar una estructura gaussiana a los datos de la imagen. Es decir, resaltar más el centro del pixel y disminuir la intensidad de los mismos en sus alrededores. Esto permite que la imagen pueda tener puntos de resalte y eliminar el contorno de la misma que en algunas ocasiones se considera como ruido.

Primero se requiere de tener la imagen digitalizada $f(x,y)$ que es obtenida en grises tal y como se expresó en la ecuación 1 y después realizar la conversión mediante la función

$$g(x,y) = e^{-\frac{(x+y)^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

donde (x,y) son las coordenadas de la imagen y sigma (σ) es la desviación estándar de la probabilidad de distribución asociada.

En OpenCV queda como:

```

IplImage src=cvLoadImage(ruta);//ruta de la imagen
CvSize cvSize=cvSize(src.width(),src.height());//obtención de ancho y alto
IplImage gray=cvCreateImage(cvSize,src.depth(),1);//calculo de la profundidad
cvCvtColor(src,gray,CV_BGR2GRAY);//conversión en grises
cvSmooth(gray, gray, CV_GAUSSIAN, 13); //filtro gaussiano
cvSaveImage("new.png",gray); //imagen de salida f(x,y)
    
```

y por último, modificando el umbral de la imagen el analista puede identificar la banda buscada y al final de todo el proceso descrito anteriormente se pueda identificar la posición de la proteína y verificar su expresión.

OpenCV permite manejar el umbral para blancos y el umbral para negros. Para ello, sea τ el valor proporcionado de umbral (blanco o negro) de una imagen digitalizada proporcionada por el usuario en diferentes niveles de grises, B es el número de bits en la imagen, entonces

$$G = \{0,1,2, \dots, 2^B\} \quad (7)$$

G corresponde a los diferentes niveles de grises y

$$C = \{C_0, C_1\} \quad (8)$$

C contiene los elementos que corresponden al par de niveles de gris binario, lo que nos proporciona la siguiente imagen como salida en el cambio de umbral

$$g(x,y) = \begin{cases} C_0, & \text{si } f(x,y) < \tau \\ C_1, & \text{si } f(x,y) \geq \tau \end{cases} \quad (9)$$

El código en OpenCV es:

```

IplImage src=cvLoadImage(ruta);//ruta de la imagen f(x,y)
CvSize cvSize=cvSize(src.width(),src.height());//tamaño de la imagen
IplImage gray=cvCreateImage(cvSize,src.depth(),1);//profundidad de la imagen
cvCvtColor(src,gray,CV_BGR2GRAY);//conversión a grises
cvThreshold(gray, gray, evaluo,evalu2, CV_THRESH_BINARY);
//cálculo del umbral blanco y negro () tomando los valores proporcionados por
los slider
cvSaveImage("new.png",gray);//imagen de salida g(x,y)
    
```

Como lo muestra la figura 11, después de haber realizado todo el análisis de imágenes y de haber aplicado los métodos mencionados en la figura 4, puede verse que las columnas presentan las mismas bandas a excepción de una mancha que aparece con mayor intensidad en la primera columna, que no aparece en la segunda y que corresponde a la proteína buscada por el analista en el gel permitiendo que todo este análisis preliminar pueda identificar que se ha expresado la proteína recombinante en bacterias y que el uso del software permite facilitar el análisis de los geles de poliacrilamida.

Además, puede apreciarse que el uso de las librerías de OpenCV facilita la programación al momento de realizar los cálculos de umbral, el manejo de filtros gaussianos o adaptativos y que es una herramienta que facilita el análisis de imágenes y puede ser utilizado en cualquier lenguaje de programación.

Conclusión

El análisis de imágenes biomédicas es un área que va en desarrollo debido a su importancia para el diagnóstico de enfermedades. El uso de librerías de OpenCV facilita la programación y el análisis de las mismas. La integración entre Java, OpenCV y el IDE BlueJ permite realizar interfaces donde el usuario tiene un mayor control en el análisis de sus imágenes lo que no permiten otros lenguajes.

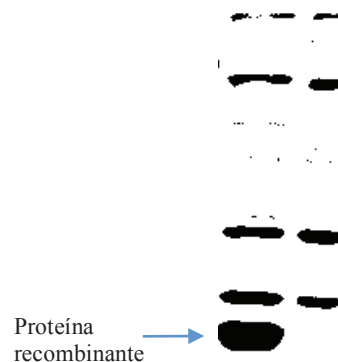


Figura 11. Imagen final obtenida después de realizar el análisis preliminar con el programa desarrollado.

Agradecimientos

Al cuerpo académico de Biotecnología y Química Aplicada de la Universidad Politécnica Metropolitana de Puebla por el material recibido de los experimentos realizados para la obtención de los geles de poliacrilamida de proteínas.

Bibliografía

- [1] Sossa Azuela JH, García Tome A. (2011). *Procesamiento y Análisis Digital de Imágenes*. España, ES, RA-MA S.A. Editorial y publicaciones.
- [2] Martín Roldán MA. (2012). *Análisis DAFO de metadatos en imágenes digitales*. España, ES, Editorial Académica Española.
- [3] González R, Woods R. (1993). *Digital Image Processing*. USA, Addison-Wesley.
- [4] Deserno TM. (2011). *Biomedical Image Processing*. USA. Springer.
- [5] Koprowski R, Wróbel Z, Korzyńska A, Chwiałkowska K, Kwasniewski M. (2013). Automatic analysis of 2D polyacrylamide gels in the diagnosis of DNA polymorphisms. *Biomedical Engineering OnLine*, 1(12), 1-14.
- [6] Ye X, Suen CY, Cheriet M, Wang E. (1999). A recent Development in Image Analysis of Electrophoresis Gels. *Vision Interface*. Canada, May 19-21.
- [7] Efrat A, Hoffmann F, Kriegel K, Schultz C, Wenk C. (2001). Geometric algorithms for the analysis of 2D-Electrophoresis gels. *RECOMB 01, Proceedings of the fifth annual international conference on computational biology*. USA. 114-123.
- [8] Bajla I, Holländer I, Burg K. (2001). Improvement of electrophoretic gel image analysis. *Measurement Science Review*. 1 (1) 5-10.
- [9] Dowsey A, Morris JS, Gutsein HB, Yang GZ. (2010). Informatics and statistics for analyzing 2-D gel electrophoresis images. *Methods Mol. Biol.* 1 (604) 239-255.
- [10] Brauner JM, Groemer TW, Stroebel A, Grosse-Holz S, Oberstein T, Wiltfang J, Kornhuber J, Maler JM. (2014). Spot quantification in two dimensional gel electrophoresis image analysis: comparison of different approaches and presentation of a novel compound fitting algorithm. *Bioinformatics*. 15 (181) 112.
- [11] Itzeez. (2016) <http://www.opencv.org/about.html>
- [12] java (2016) <https://www.java.com/es/about/>
- [13] BlueJ (2016) <http://www.bluej.org/index.html>



Videojuego Educativo como Herramienta de Apoyo

Juan C. Castaño Ramírez
Ingeniero de Sistemas
(Estudiante IX semestre)
Universidad de Cundinamarca
Car 5 # 4-101 ap101 Ubate,
Cundinamarca, Colombia
+573132502648
juankmicas@hotmail.es
jccastaño@mail.unicundi.edu.co

Edgar Y. Rodríguez Valbuena
Ingeniero de Sistemas
(Estudiante X semestre)
Universidad de Cundinamarca
Calle 4 # 6-119 Ubate Cundinamarca.
Colombia.
+573132163338
r.edgariesid@gmail.com
eyesidrodriguez@mail.unicundi.edu.co

Juan Carlos Herrera Estrada
Ingeniero de Sistemas
Especialista en Informática y
Telemática.
Universidad de Cundinamarca
Docente TCO
Carrera 16 # 7B-18 Zipaquirá,
Cundinamarca. Colombia.
+573118537142
juancarlosherrera@mail.unicundi.edu.co

ABSTRACT

The use of video games as tools in the classroom, is an activity that is little applied in educational institutions, but that promises a significant result for students, since it allows to change routine, as well as explore content theme in a fun way. If video games are used to teaching subjects that very little like students, such as mathematics and English, they become a powerful tool, that in addition to being useful for the teacher, make the environment more dynamic and pleasant, encouraging learners to learn.

Taking into account the above, it was decided to develop this project, which implements a video games that serves as a support tool for the teaching of the language English, intended for students of the fourth primary school gym of de Andes located in the municipality of Ubate

El permiso para hacer copias digitales o impresas en parte o en la totalidad de este artículo, se otorga sin tener que cubrir una contribución financiera, siempre y cuando sea para uso personal o en el aula, que las copias que se realicen o se distribuyan no sean con fines de lucro o ventaja comercial y que las copias conserven este aviso y los datos de la cita completa en la primera página. Para otro tipo de copias, o volver a publicar el artículo, para almacenarlos en servidores o redistribuirlo en listas de correo, se requiere una autorización previa de los autores y/o una posible cuota financiera.

6to. Congreso Internacional de Computación CICOM 2016, (24 al 29 de octubre del 2016), Ciudad y Puerto de Acapulco, Guerrero, México.
Copyright 2016 Universidad Autónoma de Guerrero

Keywords

Video games, English, language, learning, education, support, educational institution, strategies, student tools.

INTRODUCCION

El inglés, un idioma hablado en más de 100 países, y catalogado como el lenguaje universal, se ha convertido en una herramienta de gran valor para los países de habla hispana como Colombia, en donde para sus habitantes, hablar este idioma representa tener más oportunidades y además un valor agregado que les permita competir con otros profesionales.

Por lo anterior las instituciones educativas como escuelas, colegios y universidades se han esforzado, en que el inglés tenga una gran aceptación por parte de los estudiantes. Sin embargo, las estrategias de enseñanza utilizadas para cumplir con este objetivo no siempre resultan efectivas para muchos de ellos, esto se evidencia en estudios realizados por el CEER y la organización Education First, los cuales se detallarán más adelante.

Siendo evidente el bajo nivel de inglés que presentan las instituciones educativas se decidió elaborar un videojuego que sirva como herramienta de apoyo para el docente en la enseñanza del idioma inglés, ya que el uso de juegos resulta ser un método que además de divertir logra motivar y estimular a los estudiantes para que aprendan.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Estudios realizados recientemente por el CEER en Colombia y por Education First, a nivel mundial, demuestran el bajo nivel que enfrenta el país en cuanto al conocimiento y habla del idioma inglés. El estudio realizado y publicado en el 2013 por el CEER, se basó en el análisis de las pruebas Saber 11 y Saber Pro, dejando entrever el bajo nivel de inglés que tienen los estudiantes en el país. El otro estudio, realizado por la organización Education First en el año 2014, a través de un ranking de dominio del inglés, ubica a Colombia en el lugar 46 de entre 60 países.

Este problema existe desde hace mucho tiempo y se genera a partir de los primeros años de estudio en las escuelas de educación básica primaria, en donde todavía no existen estrategias adecuadas de enseñanza, que logren incentivar a los estudiantes a acercarse al idioma inglés.

Otro factor a tener en cuenta son las creencias que existen en nuestra sociedad, acerca del alto grado de dificultad que representa el aprender dicho idioma, lo cual genera desinterés por parte de los estudiantes.

Con el fin de evaluar la situación de manera más concreta, en el mes de junio del año 2014, se evaluó a un grupo de estudiantes de grado cuarto de primaria del colegio Gimnasio de los Andes, de la Provincia de Ubaté. A este grupo, conformado por 18 estudiantes, se le realizó una prueba de nivel de inglés escrita o “placement test”, diseñada por la Universidad de Cambridge, la cual tiene como base el Marco Común Europeo de Referencia para Lenguas y cubre los dos primeros niveles de inglés (Principiante y Elemental). Los resultados generales del test indican que todos los estudiantes examinados se ubican en el nivel Principiante.

De igual manera, se realizaron encuestas de opinión, dirigidas al docente del área de inglés y a los 18 estudiantes del grado cuarto de primaria, con el fin de visualizar la viabilidad del videojuego, el grado de aceptación de los estudiantes y la adaptación de las metodologías de enseñanza del docente de inglés al proyecto. Como era de esperarse, el análisis de los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes, indica que la mayoría de estudiantes están de acuerdo en que las clases serían más divertidas con el uso de un videojuego, así mismo se evidenció su gran interés por participar en el proceso de desarrollo del proyecto.

EL USO DE LOS JUEGOS EN EL AULA DE LENGUA EXTRANJERA.

El juego y la cultura van estrechamente ligados y su papel se ha señalado en multitud de ocasiones. De hecho, muchos psicólogos y psicopedagogos han dedicado estudios e investigaciones al uso del juego en clase.

En los últimos años, los investigadores han visto un aumento enorme en la cantidad de atención científica que se les ha prestado a los juegos como herramientas de aprendizaje.

Por ejemplo, dos informes diferentes de los investigadores Kurt Squire (2004) y Simon Egenfeldt-Nielsen (2005) han examinado el uso de los juegos en los ámbitos curriculares formales. Ambos estudios destacan las numerosas ventajas de los juegos así como su capacidad de promover la colaboración en el aula, de fomentar el compromiso y la motivación de los alumnos, y de desarrollar las habilidades cognitivas del pensamiento en los alumnos.

La investigación reciente también ha apoyado la idea de que es aconsejable proporcionar ejemplos prácticos de la necesidad de que los profesores estén familiarizados con los juegos que se utilizan normalmente en clase, y además de asegurarse de las dificultades con las que se suelen enfrentar al tratar de vincular las actividades de juego con los objetivos curriculares más amplios.

Estas revisiones de las posibilidades de la utilización de juegos en ámbitos curriculares formales, han establecido claramente los motivos del interés de los educadores en este tipo de juegos, mientras que al mismo tiempo articulaban los problemas prácticos que pueden darse cuando se usa dichos juegos en clase (Rubio & García, 2013).

TIPOLOGÍA DE JUEGOS EN EL AULA DE LENGUA EXTRANJERA.

El problema metodológico que se presenta con los juegos es cómo utilizarlos en clase y cómo sacarles el mayor partido posible. Para ello, es de vital importancia intentar establecer una tipología de juegos que clasifique sus elementos diferenciadores.

Así pues, se va a intentar establecer una clasificación al margen de objetivos y aplicaciones atendiendo simplemente al funcionamiento interno común a cada tipo de juego.

La primera división general a la que debemos atender se basa en la distinción entre:

- a) Juegos competitivos: su interés se centra en lograr ser el primero en alcanzar un determinado fin.
- b) Juegos cooperativos: la participación de todo el grupo es necesaria para concluir la tarea propuesta.

Aunque la práctica de juegos competitivos resulta muy productiva dado el índice de interés que se crea, no es conveniente un uso muy reiterado de ellos porque puede alterar en exceso la atmósfera de la clase. Incluso su repetición, aunque pueda parecer extraño, puede llegar a producir desinterés. Por el contrario, mediante los juegos cooperativos se logra fomentar un ambiente relajado, desinhibido y de mutuo entendimiento.

Otra posible clasificación se puede acometer teniendo en cuenta los rasgos fundamentales de funcionamiento de los siguientes tipos de juego:

- 1) Juegos de vacío de información: estos juegos pueden ser unívocos (un alumno tiene la información que su compañero debe adquirir) o recíprocos (el alumno A tiene la información que necesita B y viceversa).
- 2) Juegos de averiguación: utilizan el mismo principio que los anteriores pero distinguiendo entre juegos para adivinar en los que sólo un miembro del grupo posee una información que debe escoger deliberadamente, y juegos de búsqueda y averiguación en el que se confieren a todos un papel activo al poseer cada uno de ellos una parte de la información.
- 3) Juegos puzzle: es a través de la cooperación de todo el grupo como se llega a la conclusión de la tarea. El objetivo es la unión correcta de todas las piezas.
- 4) Juegos de jerarquización: los alumnos elaboran una lista de ítems sobre un determinado foco de interés y deben organizarla por orden de importancia. La comunicación se basa en una transferencia de ideas, sentimientos, gustos y opiniones de cada alumno.

5) Juegos para emparejar: se reparten entre toda la clase pares idénticos de fotos, ilustraciones o cartas. Los jugadores deben encontrar su pareja mediante la descripción de la información dada.

6) Juegos de selección: cada jugador posee una lista con posibilidades distintas y sólo una de ellas es común a todo el grupo. Deben decidir a través del diálogo y de la discusión cuál es ese común denominador.

7) Juegos de intercambios: están basados en el principio del trueque. Los jugadores poseen unos determinados artículos que no necesitan y tienen que intercambiarlos por otros que sí necesitan para llevar a cabo una tarea.

8) Juegos de asociación: el juego se basa en descubrir qué miembros de la clase pertenecen a un mismo grupo.

9) Juego de roles: cada alumno posee la identidad de un personaje ficticio y una serie de indicaciones sobre la tarea individual que tiene que llevar a cabo de acuerdo con su identidad.

10) Simulaciones: se intenta reproducir pequeñas muestras de las interacciones humanas mediante la emulación de una situación real que debe envolver a la totalidad de la clase.

UNITY.

Unity es una herramienta completa para el desarrollo de videojuegos. No solo es un motor de juegos de gran calidad y con numerosas características: también tiene un buen editor de mundos y trabaja con diferentes lenguajes de programación. Su uso es sencillo, y cualquier persona que tenga conocimientos básicos sobre programación podrá generar sus propios juegos en poco tiempo (Arriola, 2013).

EL MOTOR DE JUEGO

El motor de juego tiene muchas características interesantes; incluso en su versión gratuita ofrece particularidades propias de otros más costosos. Muchas veces se encuentran motores de juegos gratuitos, pero la calidad gráfica de los desarrollos luce como de hace diez años (es decir de baja calidad). Con Unity, por el contrario, los videojuegos se ven actuales, y si se usa la versión paga, pueden tener efectos visuales propios de productos profesionales.

EL EDITOR

El editor que provee Unity es muy intuitivo, y en él se encuentran muchas herramientas de utilidad. Se puede aprender a usarlo rápidamente, y en muchos aspectos, se verá que es similar a cualquier otra aplicación con interfaz gráfica.

Lo primero que se ve es un buen editor de terrenos, con el que se pueden crear las escenas en exteriores del juego. Se maneja como si se estuviera esculpiendo: se puede subir y bajar el terreno, nivelarlo, etc. Una vez construida la geometría, se puede colocar las diferentes texturas y la iluminación. Los objetos tales como árboles, rocas, hierbas y otros elementos del ambiente se colocan con la misma facilidad que tiene el uso de una brocha en un programa de dibujo como Paint, Photoshop, etc.

Asset Store

El Asset Store de Unity es el hogar de una creciente biblioteca de assets comerciales y gratuitos creados por Unity Technologies y miembros de la comunidad. Hay una gran cantidad de assets disponibles, desde texturas, modelos y animaciones hasta ejemplos de proyectos completos, tutoriales y extensiones del editor. Estos assets son accesibles desde una interfaz simple dentro del Editor Unity y son descargados e importados directamente en los proyectos (Unity, 2014).



Figura 1 Asset Store (tienda de Unity).

El flujo de trabajo de Mecanim

El flujo de trabajo en Mecanim se puede dividir en tres grandes etapas.

1. Preparación del Asset e importación. Esto es hecho por artistas o animadores, con herramientas de terceros, como lo son 3DS Max o Maya. Este paso es independiente de características de Mecanim.
2. La configuración del personaje para Mecanim, que puede hacerse de 2 maneras:
3. Configuración de un personaje humanoide. Mecanim utiliza un flujo de trabajo especial para modelos humanoides, con un soporte GUI extendido y retargeting. Esta configuración involucra crear y configurar un Avatar y afinar Muscle definitions.
4. Configuración de un personaje genérico. Esto es para cualquier cosa como criaturas, accesorios animados, animales de cuatro patas, etc.
5. Darle vida a los personajes. Esto involucra configurar clips de animación, al igual que las interacciones entre ellos, e involucra la configuración de [Maquinas de Estado] (Animation State Machines) (Unity, 2014).

Estado Del Arte

En Colombia son escasos los proyectos en donde se hayan desarrollado videojuegos como herramientas para el aprendizaje, especialmente aquellos referentes al inglés. Dentro de los proyectos de este tipo más relevantes destaca uno realizado en conjunto entre la Universidad Nacional [UN] y la Universidad de Caldas, el cual se detalla a continuación:

Por medio de un juego de video adaptado al contexto local, los niños podrían aprender inglés de manera lúdica y al mismo tiempo aumentar sus destrezas en el área de sistemas.

Angelo Adrian Quintero Ciprián, estudiante de Administración de Empresas de la UN en Manizales y un grupo de jóvenes emprendedores de la Universidad de Caldas, desarrollaron el proyecto Tiny Town para que los niños aprendan el idioma inglés jugando.

Este proyecto ya cuenta con un prototipo probado en un grupo de niños, quienes en el juego mostraron la apropiación de los conceptos enseñados e hicieron sugerencias sobre el entorno de juego, las misiones que deben superar y los personajes.

A partir de los estándares pedagógicos del Ministerio de Educación desarrollaron un software a manera de video juego, en el cual los niños pueden interactuar entre ellos y con personajes animados deben superar diferentes obstáculos para llegar a la meta, y en cada nivel van aprendiendo elementos básicos del idioma que se van complejizando a medida que avanza el juego.

"El Ministerio propone unos estándares básicos dependiendo del grado escolar en el que se va aplicar. Hay unas directrices de los conceptos que se deben enseñar para determinada edad, nosotros nos basamos en ello para crear la dinámica del juego y los escenarios virtuales en los que el niño debe desenvolverse para que se efectúe el aprendizaje", explicó Quintero Ciprián.

JUEGO

Bocetos.

A continuación se presentan los bocetos realizados para el escenario y cada una de las misiones que integrarán el videojuego.

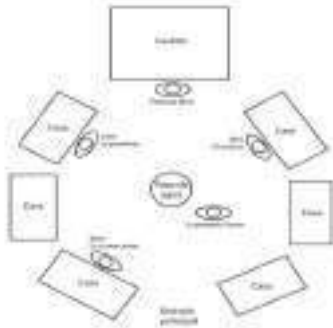


Figura 12.1 Boceto de Ciudad Medieval.

Modelado del Terreno.

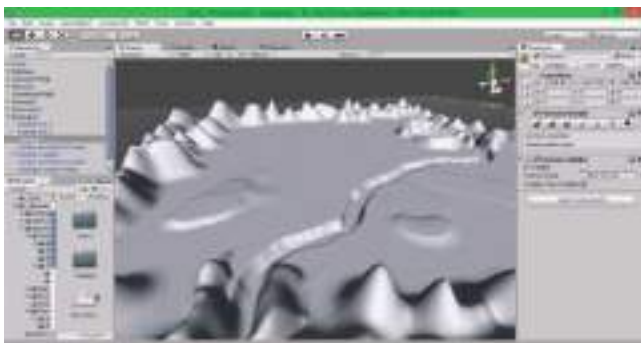


Figura 12.32 Modelado del terreno para el videojuego.



Figura 12.39 Textura del Cielo.



Figura 12.41 Personaje principal. Modelo en 3D (izquierda) y esqueleto (derecha).



Figura 12.48 Mision 1(estado inicial)



Figura 12.54 Instrucciones mission 1



Figura 12.64 Pantalla Main Menu



Figura 12.59 menu de Pausa



Figura 12.73 Panel de Controls



Figura 12.60 Opciones Graficas del Juego



Figura 12.123 Misión 7 (estado inicial).

IMPLEMENTACIÓN DE LA VERSIÓN 1.0.



Figura 12.130 Implementación de la versión beta 1.0 del videojuego



Figura 12.132 Pruebas con estudiantes de cuarto de primaria

1. REFERENCES

- [1] Aarseth, E. (2007). "Investigación sobre juegos: aproximaciones metodológicas al análisis de juegos". En: Artnodes, Vol 7, Barcelona, 4-14.
- [2] Abrahamsson, P., et al. (2002). Agile Software Development Methods. VTT Publications.
- [3] Aceranza, N., et al. (2009). Una metodología para desarrollo de videojuegos: versión extendida. Montevideo, Uruguay: Universidad de la Republica.
- [4] Agencia de Noticias Universidad Nacional [UN]. (2011). Desarrollan video juego para aprender inglés. Recuperado de <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/ndetalle/articulo/desarrollan-video-juego-para-aprender-ingles.html>
- [5] Alegsa. (s. f.). Definición de Pipeline. Recuperado de <http://www.alegsa.com.ar/Dic/pipeline.php>
- [6] Arrijoja, N. (2013). Unity: Diseño y Programación de Videojuegos. Buenos Aires. Argentina: Users.
- [7] Auerbach, S. (2006). Smart Game, Smart Toy. New York: St. Martin's Griffin.
- [8] Bates, B., (2003). Game Developer's Market Guide. Recuperado de <http://www.batovi.com>
- [9] Beck, K., et al. (2004). Extreme Programming Explained: Embrace Change (2nd Edition). Addison-Wesley Professional.
- [10] Björk, S. y Holopainen, J. (2005). Patterns in Game Design. Hingham: Charles River Media.
- [11] Castañeda, A. (2011). El Aprendiz. Barcelona: Endira.
- [12] Centro de Estudios Económicos Regionales [CEER] del Banco de la República. (2013). "Bilingüismo en Colombia". En: Documentos de trabajo sobre Economía Regional, n191, Colombia, capítulos 1-4.
- [13] Centro Virtual Cervantes. (s. f.). Respuesta Física Total. Recuperado de http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccionario/respuestafisictotal.htm
- [14] Centro Virtual Cervantes. (s. f.). Enfoque Comunicativo. Recuperado de http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccionario/enfoquecomunicativo.htm
- [15] Consejo de Europa (2001). Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, Enseñanza y Evaluación. Estrasburgo: Departamento de Política, Cultura y Deporte.
- [16] Crystal, D. (2003). English as a global language (4a Ed). Cambridge: Cambridge University Press.
- [17] Crytek. (2008). Transition to scrum midway through a development cycle: Lessons learned. In Game Developer Conference.
- [18] Demachy T. (2008). Extreme game development. Recuperado de http://www.gamasutra.com/resource_guide/20030714/demachy_01.shtml
- [19] Education First. (2014). The world's largest ranking of English skills. Recuperado de <http://www.ef.edu/epi/>
- [20] Egenfeldt-Nielsen, S. (2005). Beyond Edutainment: Exploring the Educational Potential of Games. Copenhagen: University of Copenhagen Press.
- [21] Fernández, J. (2013). Introducción a las metodologías ágiles. España.
- [22] Frasca, G. (2001). Videogames of the Oppressed: Videogames as a Means for Critical Thinking and Debate. Georgia: Institute of Technology.
- [23] Gamasutra. (2008). Interview: Nokia's scott foe - a member of the reset generation. Recuperado de http://www.gamasutra.com/php-bin/news_index.php?story=19210
- [24] Gee, J. P. (2003). What Games Have to Teach Us about Learning. Oxford: Palgrave MacMillan.
- [25] Gonzalez, J. A. (s. f.). El lenguaje de programación C#. Recuperado De <http://dis.um.es/~bmoros/privado/bibliografia/LibroCsharp.pdf>
- [26] Huizinga, J. (2000) Homo Ludens. Madrid: Alianza Editorial.

Tlamati Sabiduría, Volumen 7 Número Especial 3 (2016)

- [27] Juul, J. (2005). *Half-Real: Video Games between Real Rules and Fictional Worlds*. Cambridge: MIT Press.
- [28] Keith, C. (2007). Scrum rising. *Game Developer Magazine*.
- [29] Kniberg, H. (2007). *Scrum Y Xp Desde Las Trincheras*. Estados Unidos de América: C4Media
- [30] McFarlane, A. (2003). *Report on the Educational Use of Games*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [31] Microsoft, (2003). Descripción de marcos por segundo (FPS). Recuperado de <https://support.microsoft.com/en-us/kb/269068/es>
- [32] Microsoft, (2012). Información del Registro de Windows para usuarios avanzados. Recuperado de <https://support.microsoft.com/en-us/kb/256986/es>
- [33] Nutt, C. (2007). Living on the edge: Dice's owen o'brien speaks. Recuperado de <http://www.gamasutra.com/view/feature/3684/living>
- [34] Palacio, J. (2006). El modelo Scrum. Recuperado de http://www.navegapolis.net/files/s/NST-010_01.pdf
- [35] Ravaja, N.; Saari, T.; Turpeinen, M.; Laarni, J.; Salminen, M. y Kivikangas, M. (2005). "Spatial Presence and Emotions during Video Game Playing: Does it Matter with Whom You Play?" En: *Teleoperators and Virtual Environments*, vol 15, n4, USA, 381-392.
- [36] Rouse, R. (2001). *Game Design: Theory & Practice*. Texas: Plano.
- [37] CEER. (2013). Banco de la República. Retrieved from http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_191.pdf
- [38] Crystal, S. (2003). *English as a global language*. Cambridge University Press.
- Rubio, A., & García, I. (2013). El uso de juegos en la enseñanza del inglés en la educación primaria. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 169-185. Unity. (2014). *Unity Documentation*. Recuperado de <http://docs.unity3d.com/es/current/Manual/index.htm>