



El Profesional de TIC y la Transdisciplinariedad



EDITORES:

- M. en C. Ma. de Lourdes Sánchez Guerrero.
- Dra. Alma Rosa García Gaona.
- Dr. Francisco Javier Álvarez Rodríguez.

EDITORIAL:

ALFA-OMEGA.

ISBN:

978-607-622-368-0

LUGAR:

MEXICO, CIUDAD DE MÉXICO.

FECHA DE PUBLICACIÓN:

DICIEMBRE DE 2017

Índice

PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN	6
SEMBLANZA DE LOS EDITORES	7
AGRADECIMIENTOS	8
COMITÉ REVISOR	9
I. PRIMERA SECCIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	11
<i>Detección de líneas en imágenes con el algoritmo RANSAC</i>	12
<i>Diseño de un sistema para realizar consultas basadas en contenido en una base de datos multimedia</i> 18	
<i>Revisión de técnicas de visualización para Big Data</i>	25
<i>Aplicación Móvil para Apoyo Didáctico en la Asignatura de Redes de la DAIS-UJAT</i>	32
<i>Hacia un Sistema de Reconocimiento de Posturas para Personas con Trastorno de Espectro Autista ...</i> 37	
<i>Estudio de las Aplicaciones para Reducir el Desperdicio de Alimento</i>	43
<i>Hacia un Sistema de Reconocimiento de Actividades Cotidianas en Humanos para Seguimiento de Actividades Físicas</i>	49
<i>Enriquecimiento de un mapa GIS con otros mapas, haciendo un análisis de posición de atributos geográficos y semántica alineada</i>	55
II. SEGUNDA SECCIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	61
<i>Sistema de Renovación de Préstamos de Libros en Línea</i>	62
<i>Experiencia en la implementación de espacios para el aprendizaje de habilidades globales mediada por las TIC como parte de la estrategia de internacionalización de la Universidad de Guadalajara</i>	68
<i>Inteligencia emocional en la enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería de software de la universidad estatal de sonora, UASLR</i>	75
<i>Propuesta de una aplicación para Pago Móvil SWPayCard</i>	80
<i>Modelado y texturizado de los elementos que integran la recreación virtual de la Universidad Tecnológica de Tabasco</i>	87
<i>Panorama administrativo del uso Moodle utilizando una aplicación web</i>	95
<i>Algoritmo para la resolución de ecuaciones con el método de Newton Raphson, implementando Notación Postfija</i>	102
<i>Análisis de factibilidad para la creación de una comunidad virtual orientada a la convivencia de personas sordas y estudiantes universitarios</i>	109
<i>Propuesta de agenda electrónica para control de acceso físico automatizado en espacios académicos de la Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana</i>	115
III. TERCERA SECCIÓN DE ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	122
<i>Una experiencia institucional con Schoology como Plataforma Virtual Educativa en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje a Nivel Superior</i>	123
<i>Oportunidades del Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) para la aceptación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones por parte de adultos mayores</i>	133
<i>Sistema de Control de Computadora para Niños con Discapacidad</i>	139
<i>Sistema de Validación y Simulación Sintáctica para la Generación de Intérpretes</i>	146

<i>Desarrollo de un MOOC de Pre-cálculo, como un apoyo al programa de Licenciatura en Ciencias Computacionales, en el ICBI-UAEH.....</i>	<i>152</i>
<i>ProjectHub: Plataforma para Gestión de Proyectos de Software.....</i>	<i>159</i>
<i>Aplicación para la Extracción de Conocimiento sobre corpus de textos médicos.....</i>	<i>166</i>
<i>Laboratorios Virtuales: migración hacia estándares Web bajo el paradigma de Educación Basada en Web</i>	<i>173</i>
<i>Instrumentación de una red de sensores para el Internet de las cosas</i>	<i>180</i>
<i>Arquitectura de Software para Redes Inalámbricas de Sensores Aplicadas a la Agricultura de Precisión</i>	<i>187</i>
<i>Análisis inteligente del rendimiento académico de redes de estudiantes en un ambiente asistido de tutoría.....</i>	<i>193</i>
<i>Algoritmos Genéticos Aplicados a Problemas de Optimización de Redes de Transporte Público.</i>	<i>200</i>
<i>Implementación de la Trayectoria Académica Especializante de Fundamentos de Electrónica y Robótica en el Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara</i>	<i>208</i>
<i>Physiological Measures for Usability Testing: The Case of Heart Rate</i>	<i>217</i>
<i>Public safe keeping perception based on the crowd-researching approach's approximation: using social network impact, going on in taking advantage of the collective consciousness knowledge</i>	<i>223</i>
<i>SISTEMA DE INFORMACION PARA EL MONITOREO DE LAS VARIABLES DE CONTAMINACION ATMOSFERICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ITS LV BAJO UNA PLATAFORMA WEB.</i>	<i>230</i>
<i>El uso de computadoras de placa reducida Raspberry Pi como herramienta educativa. El caso de estudio en las competencias de telecomunicaciones</i>	<i>238</i>
<i>Implementación de la Trayectoria Académica Especializante de Fundamentos de Electrónica y Robótica en el Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara</i>	<i>243</i>

Prólogo

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han venido a revolucionar el mundo en todos los ámbitos de desarrollo, social, económico, político y educativo, por ello la importancia de la educación en esta área es cada vez mayor. Desde 1982 a la fecha, la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información, A. C., (ANIEI), congrega a más de 100 instituciones que ofrecen programas educativos relacionados al área de la Computación e Informática del país. En esta obra, se concentran los productos de los avances de las investigaciones y desarrollo tecnológico en esta área, generados por los investigadores, académicos y estudiantes asociados a la ANIEI y a las TIC.

El libro “El Profesional de TIC y la Transdisciplinariedad”, organizado en tres secciones, presenta productos tecnológicos que resuelven problemas reales del transporte público, basados en sistemas de información geográfica, por ejemplo, utilizando principios de usabilidad, o herramientas de realidad virtual hasta realidad aumentada esta última para apoyo a personas débiles visuales y videojuegos aplicados a la educación. Así mismo, el libro aborda temáticas de corte de investigación aplicada que tienen que ver con el diseño semiautomático de estructuras óptimas o utilización de técnicas de inteligencia artificial para resolver problemas de ruteo hasta una propuesta de arquitectura avanzada para arquitectura web educativa usando la web semántica.

Los autores provienen de diversas universidades y centros de educación superior reconocidos del país como la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Chihuahua, Universidad Politécnica de Querétaro, Universidad de Guadalajara, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad Autónoma de Chihuahua, , Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma de Nayarit, Instituto Politécnico Nacional, Universidad de Colima, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Autónoma de Chiapas y la Universidad Veracruzana, entre otras.

Cabe señalar que esta obra representa un primer esfuerzo que la ANIEI hace para publicar a través de la editorial ALFAOMEGA, lo que los investigadores asociados y grupos de trabajo que se encuentran relacionados con la computación en México, realizan, con la finalidad de que se generen redes de colaboración entre los investigadores y académicos que se encuentran desarrollando trabajos relativos al desarrollo de las TIC en México.

Introducción

Este libro tiene como objetivo presentar los principales avances del desarrollo tecnológico e investigación para las áreas de tecnologías de la información y comunicación en México. Este trabajo es el resultado de investigadores, alumnos y grupos a lo largo del país que tiene como principal característica trabajos colaborativos que incluyen a los alumnos de los diferentes programas educativos relacionados con la temática.

Los artículos se organizaron en tres secciones que agrupan distintas áreas de investigación. Puede encontrarse artículos de corte aplicativo que resuelven problemas específicos de los diferentes sectores de la sociedad: Empresas, Instituciones de educación, etc.

Asimismo, se presentan evidencias de investigaciones desarrolladas con resultados completos o parciales. Estas investigaciones tienen las características de aplicar las mismas a problemas reales y por lo tanto con una utilidad palpable.

Semblanza de los Editores



Alma Rosa García Gaona es profesor de tiempo completo de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Cuenta con la licenciatura en Estadística (1982) de la Universidad Veracruzana, Maestría en Ciencias de la Computación (1996) de la Universidad Nacional Autónoma de México, Grado de Doctor en Educación Internacional con especialidad en Tecnología Educativa (2004) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Recientemente obtuvo el Premio al Decano 2012, máxima distinción que otorga la Universidad Veracruzana. Cuenta con Perfil PROMEP. Ha publicado diversos capítulos de libros, artículos en revistas y congresos de reconocido prestigio, en las áreas de ingeniería de software, bases de datos y educación.



Francisco Javier Álvarez Rodríguez es profesor asociado de Ing. de Software de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Tiene una licenciatura en Informática (1994), una maestría (1997) de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, un grado EdD del Instituto de Educación de Tamaulipas, México y es Ph(c) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha publicado artículos de investigación en varias conferencias internacionales en los temas de e-Learning e Ing. de Software. Sus intereses de investigación son la Ing. de Software para el ciclo de vida de las pequeñas y medianas empresas y el proceso de Ing. de Software para e-Learning.



La M. en C. **Ma. de Lourdes Sánchez Guerrero** es profesor investigador Titular "C" en la Universidad Autónoma Metropolitana con estudios de Lic. en Computación en la UAM-Iztapalapa y Maestría en Ciencias de la Computación en la UAM-Azcapotzalco. Es la Presidenta de la Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la Información A.C. (ANIEI). Es miembro de los comités: Comité de Acreditación del Consejo Nacional de Acreditación de Informática y Computación (CONAIC). Representante de México en el Centro Latinoamericano de Estudios en Informática CLEI.

AGRADECIMIENTOS

Lic. Carlos Umaña Trujillo, Director General, Grupo Alfa Omega
Grupo Editor.

IMPRESIÓN:

GRUPO ALFA-OMEGA EDITOR

DERECHOS RESERVADOS:

Asociación Nacional de Instituciones de Educación en Tecnologías de la
Información A.C.

249 páginas, Avances en las Tecnologías de la Información

ISBN: 978-607-622-368-0

Comité Revisor

Grado	Nombre	Apellidos	Institución
Dr.	Alejandro	Padilla Díaz	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Mtro.	Alfredo	Mendoza	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Dr.	Arturo	Barajas	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Dra.	Aurora	Torres	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Dr.	César	Velázquez	Universidad Autónoma de Aguascalientes
79	Francisco Javier	Álvarez Rodríguez	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Dr.	Jaime	Muñoz Arteaga	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Dr.	Julio César	Ponce Gallegos	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Dra.	María Dolores	Torres Soto	Universidad Autónoma de Aguascalientes
Mtro.	Andrés	Sandoval	Universidad Autónoma de Baja California Sur
Mtra.	Mónica	Carreño	Universidad Autónoma de Baja California Sur
Mtro.	Eligardo	Cruz Sánchez	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtro.	Alberto	Lugo González	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtra.	Amada	Carrasco	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtra.	Amparo	Jiménez González	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtra.	Edith Leticia	Torres Arias	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtro.	Marco Antonio	Fernández Zepeda	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtra.	María Palmira	González Villegas	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtra.	Mónica	Salcedo Rosales	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtro.	Oscar Gabriel	Vizcaino Monroy	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtra.	Perla	Aguilar Navarrete	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtro.	Raudel	López Espinoza	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtro.	Rubén Paul	Benítez Cortés	Universidad Autónoma de Nayarit
Mtro.	Sergio Agustín	Olivares Granados	Universidad Autónoma de Nayarit
Dr.	Víctor Javier	Torres Covarrubias	Universidad Autónoma de Nayarit
Dra.	Yolanda	Camacho González	Universidad Autónoma de Nayarit
Dra.	Beatriz Adriana	González Beltrán	Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco
Dra.	Lizbeth	Gallardo López	Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco

Grado	Nombre	Apellidos	Institución
Mtra.	Erika Margarita	Ramos Michel	Universidad de Colima
Mtra.	Margarita Glenda	Mayoral Baldivia	Universidad de Colima
Mtra.	María Eugenia	Cabello	Universidad de Colima
Dr.	Pedro Damián	Reyes	Universidad de Colima
MCC.	Sara	Sandoval Carrillo	Universidad de Colima
Mtra.	Betania	Hernández	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	Eddy	Sánchez de la Cruz	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	Eric	Ramos Méndez	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	Guillermo	de los Santos Torres	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	José Adán	Hernández Nolasco	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	José Adán	Hernández Nolasco	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	Miguel	Wister Ovando	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
M.A.	Pablo	Payró Campos	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	Pablo	Pancardo García	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Mtro.	Christian Carlos	Delgado Elizondo	Universidad Nacional Autónoma de México- FES Acatlán
Dr.	Eduardo Eloy	Loza Pacheco	Universidad Nacional Autónoma de México- FES Acatlán
Dra.	María del Carmen	González Videgaray	Universidad Nacional Autónoma de México- FES Acatlán
Mtra.	Nora del Consuelo	Goris Mayans	Universidad Nacional Autónoma de México- FES Acatlán
MCC.	Alfonso	Sánchez Orea	Universidad Veracruzana
Mtro.	Angel Juan	Sánchez García	Universidad Veracruzana
MCC.	Carlos Alberto	Ochoa Rivera	Universidad Veracruzana
Mtro.	Edgard Ivan	Benítez Guerrero	Universidad Veracruzana
Dr.	Genaro	Rebolledo Méndez	Universidad Veracruzana
Mtro.	Jesús	Sánchez Orea	Universidad Veracruzana
Mtro.	Jesús Roberto	Méndez Ortiz	Universidad Veracruzana
Mtro.	José Rafael	Rojano Cáceres	Universidad Veracruzana
Mtro.	Juan Carlos	Pérez Arriaga	Universidad Veracruzana
Mtra.	Ma. de los Ángeles	Arenas Valdés	Universidad Veracruzana
Mtra.	Ma. del Carmen	Mezura Godoy	Universidad Veracruzana
Mtra.	María de los Angeles	Navarro	Universidad Veracruzana
Mtra.	Martha Elizabeth	Domínguez Bárcenas	Universidad Veracruzana
MCC.	Virginia	Lagunes Barradas	Universidad Veracruzana

I. Primera Sección de Artículos de Investigación

DetECCIÓN DE LÍNEAS EN IMÁGENES CON EL ALGORITMO RANSAC

Violeta del Rocío Becerra Velázquez¹, Sonia Osorio Angel¹, Hassem Rubén Macías Brambila¹, Víctor Manuel Zamora Ramos¹, Janette Araceli Castellanos Barajas¹

¹ Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Blvd. Marcelino García Barragán #1421, Guadalajara, Jalisco, México, 44430. México
violeta.becerra@academicos.udg.mx, sonia.oangel@academicos.udg.mx,
hassem.macias@academicos.udg.mx, victor.manuel@academicos.udg.mx,
janette.castellanos@academicos.udg.mx

Resumen. El procedimiento de detección de líneas en un escenario de dos dimensiones resulta ser de gran importancia cuando se aplica en el área de visión artificial. Es por ello que en este trabajo se lleva a cabo un estudio comparativo entre dos algoritmos distintos, para determinar cuál de ellos ofrece la mayor robustez y eficiencia en la detección de líneas rectas horizontales, ya que se pretende hacer uso de dichas líneas para llevar a cabo la implementación de un sistema de balance que ayude a mantener de pie un robot humanoide a partir de la información visual que recibe de su entorno. Los algoritmos evaluados en este trabajo son la transformada de Hough y RANSAC, los cuales ofrecen resultados favorables al trabajar en conjunto con un operador de extracción de bordes.

Palabras clave: Visión por computadora, RANSAC, Líneas rectas, Extracción de bordes.

1 Introducción

La visión por computadora se caracteriza por la implementación de análisis de imágenes en un espacio determinado, con el fin de extraer de ellas detalles significativos que normalmente pasan desapercibidos para el ojo humano, tales como colores, formas, texturas, etc. Siendo éste un campo que cuenta con una gran variedad de aplicaciones, se observa que unas de las más reconocidas y desarrolladas son la detección, reconocimiento, localización y seguimiento de objetos entre otras.

En este trabajo se plantea como objetivo el seleccionar un algoritmo eficiente y robusto que permita reconocer las principales líneas rectas horizontales en una imagen de forma rápida, además de mantener un alto grado de precisión en los datos obtenidos y considerar las líneas de mayor longitud que ayuden a identificar los objetos o declives cercanos a un punto. Una vez identificadas las líneas de interés, será posible poner en funcionamiento el sistema de balance en tiempo real en un robot humanoide. Es por ello que este trabajo se reduce a la implementación de los algoritmos de la transformada de Hough y RANSAC para la detección de líneas.

El presente documento se conforma de cinco apartados. En la sección 2 se encuentra una breve reseña de las aplicaciones con las que cuenta la detección de líneas. En la sección 3 se describen los operadores y algoritmos con los que se trabajó. En la sección 4 se observan los resultados. Y por último, las conclusiones de esta investigación se presentan en la sección 5.

2 Estado del arte

En diversos trabajos de investigación dentro del ámbito de visión por computadora se identifica como punto común la detección de formas, donde el reconocimiento de líneas rectas es prioridad. Si se habla de navegación autónoma en vehículos aéreos no tripulados [1], el identificar la línea del horizonte donde comienza el cielo y termina la tierra resulta ser crucial para que la máquina voladora no caiga. En vehículos terrestres es vital el detectar las líneas del camino para lograr transitar por éste correctamente [2] [3]. En cirugías se requieren técnicas en el tratamiento de imágenes para poder realizar una operación. Estas técnicas se basan en la detección y localización de objetos mediante la utilización de líneas [4]. En particular, los autores de este trabajo, buscan la identificación eficiente de líneas de referencia para ser tomadas en cuenta durante el proceso de balance de un robot humanoide.

Para realizar la detección de líneas en imágenes existen diversos algoritmos, entre los que destacan la Transformada de Hough [5] y RANSAC [6][9][10], ambos métodos conocidos en el área.

Previo a la detección de líneas se debe preparar la imagen mediante la aplicación de un operador para la extracción de bordes. Al hacer esto será posible trabajar solamente con los datos significativos de la imagen y desechar bordes falsos. Para ello se cuenta con operadores como Sobel y Canny [1][7] entre otros.

3 Metodología

La visión humana analiza imágenes con gran variedad de tonalidades sin distinción alguna, sin embargo cuando se trabaja con imágenes por medio del uso de computadoras, se considera el tipo de procesamiento a realizar, puesto que de éste depende la conveniencia de trabajar con imágenes a color, binarizadas o a escala de grises. Para el caso de la detección de líneas se trabaja con imágenes binarizadas, logrando una considerable reducción en las dimensiones de la matriz de datos y en consecuencia, una disminución en la demanda de recursos computacionales.

En el procesamiento de imágenes se requiere abstraer de ellas sus características principales, tales como bordes, los cuales se definen como un conjunto de píxeles donde la imagen presenta un repentino y drástico cambio en su tonalidad. Con los bordes se puede determinar los contornos de objetos existentes en la imagen, las sombras, líneas, curvas y formas en general. Es por tal motivo que se realiza la extracción de los bordes y se reduce aún más el número de datos a involucrar en el desarrollo del siguiente paso (la detección de líneas rectas horizontales).

La detección y orientación de líneas rectas ha sido un problema recurrente en el procesamiento de imágenes para algunos investigadores [1][3][2][8]. A raíz de este problema surge el interés por desarrollar diversos métodos que den solución a esta necesidad. Para este planteamiento se busca que sólo las líneas con mejor definición sean consideradas.

3.1 Extracción de bordes

El primer paso, previo a obtener las líneas, es la aplicación de un operador para la extracción de bordes y eliminar el ruido que pueda presentarse en la imagen. Con la finalidad de calcular la intensidad de cambio presentada en los bordes, se decide hacer uso de filtros que implementan en su funcionamiento el ya conocido método del gradiente. Una vez aplicados estos filtros se podrá saber si cada uno de los píxeles analizados es parte de un borde o no.

Para llevar a cabo lo descrito en el párrafo anterior, se decide experimentar con los operadores Sobel y Canny, los cuales se describen enseguida.

3.1.1 Sobel

Es un operador clásico en la detección de bordes que utiliza como filtro una matriz de coeficientes de 3x3, tal y como la que se observa a continuación

$$H_x^S = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad y \quad H_y^S = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Este filtro genera estimaciones del gradiente local para cada punto de la imagen en sus dos direcciones, horizontal y vertical.

3.1.2 Canny

Es un operador que consiste de tres pasos, *a*) la obtención del gradiente en donde se calcula la magnitud y orientación del vector gradiente en cada píxel de acuerdo a las fórmulas (2) y (3), *b*) el adelgazamiento del ancho de los bordes que se obtuvieron con el gradiente (dejando éstos de un píxel), *c*) la histéresis de umbral en donde se pretende reducir la aparición de contornos fantasma.

$$|G| = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad \phi(x, y) = \tan^{-1} \frac{G_y}{G_x} \quad (2)$$

$$|G| = |G_x| + |G_y| \quad (3)$$

De los dos operadores antes mencionados, se optó por trabajar con Sobel debido a que demuestra detectar bordes significativos en una imagen, con la ventaja de considerar una sola dirección y dar énfasis a los bordes con orientación horizontal en la imagen. Canny es un operador que demuestra extraer los bordes de una imagen con mayor detalle (puede observarse en la Fig. 2 (c)), sin embargo esto implica un mayor costo computacional.

3.2 Detección de líneas

Como se mencionó anteriormente, son muchos los algoritmos que existen en el procesamiento de imágenes para detección de formas. Dado que este trabajo se enfoca en la detección de líneas rectas, es necesario representarlas por medio de un modelo matemático el cual se expresa de la siguiente manera,

$$y = kx + d \quad (4)$$

El objetivo es evaluar los parámetros k y d , donde k representa la pendiente y d el punto del eje y donde la línea corta. Una línea la cual pasa por dos diferentes puntos $p_1 = (x_1, y_1)$ y $p_2 = (x_2, y_2)$ debe de satisfacer las siguientes condiciones:

$$y_1 = kx_1 + d \quad y \quad y_2 = kx_2 + d \quad (5)$$

Donde $k, d \in R$. El objetivo es estimar los parámetros k y d de una línea la cual pasa por diferentes puntos pertenecientes a los bordes de un objeto.

3.2.1 Transformada de Hough

La forma en que los algoritmos resuelven el problema varía. Un algoritmo para la detección de líneas reconocido y utilizado en el procesamiento de imágenes es el de la transformada de Hough [8], el cual produce todas las posibles líneas que pasan a través de un pixel, que a su vez corresponde a un borde de la imagen. Para ello maneja dos planos denominados: espacio de parámetros de la imagen y espacio de parámetros de Hough, en donde a cada punto en el espacio de parámetros de la imagen le corresponde una línea en el espacio de parámetros de Hough. En este último se incrementa la matriz cada que una recta pasa por él, de tal manera que los puntos que mantienen un máximo local en el espacio de parámetros de Hough, representan los valores k y d que simbolizan a las líneas en el espacio de parámetros de la imagen.

Algoritmo Transformada de Hough

1. Inicio: Un conjunto de N puntos
2. Inicializar la matriz acumulador
3. Para todas las coordenadas de la imagen hacer
4. Si la coordenada es un borde entonces
5. Traza la recta
6. Incrementa el acumulador
7. Seleccione los elementos en el acumulador cuyos valores sean máximos

3.2.1 RANSAC

Random Sample Consensus [6], es un método iterativo, probabilístico, utilizado para estimar parámetros de un modelo matemático, donde el conjunto de datos con los que se trabaja puede estar dentro del modelo (inliers), o bien, puede que no encaje en el modelo (outliers). El resultado final es la mejor línea por consenso. Se decide trabajar con este algoritmo debido a la capacidad que tiene para detectar y rechazar errores, además de obtener el resultado en un tiempo menor.

Algoritmo RANSAC

1. Seleccionar aleatoriamente una muestra s de puntos del conjunto total S y calcular el modelo con este subconjunto.
2. Determinar el subconjunto de puntos S_i que están dentro de un umbral de distancia al modelo. El conjunto S_i es el conjunto consenso y define los inliers de S .
3. Si el conjunto S_i es mayor que un umbral T , volver a estimar el modelo utilizando todos los puntos S_i y terminar.
4. Si el tamaño de S_i es menor que T seleccionar un nuevo subconjunto y repetir el paso anterior.
5. Después de N intentos seleccionar el subconjunto S_i con mayor consenso, volviendo a estimar el modelo utilizando todos los puntos del subconjunto S_i

3.3 Implementación

Las pruebas realizadas para este trabajo se llevaron a cabo con Matlab & Simulink, aprovechando las diferentes cajas de herramientas (toolboxes) y funciones matemáticas con las que cuenta para el procesamiento de imágenes y video. El equipo de cómputo cuenta con procesador AMD A8 a 1.80 GHz, 6 GB en memoria RAM, tarjeta de gráficos RADEON con 512MB y sistema operativo de 64 bits.

Se implementaron los algoritmos de la transformada de Hough y RANSAC en el lenguaje nativo de Matlab (lenguaje M), los resultados se observan en la siguiente sección.

4 Resultados Experimentales

En esta sección se muestran los resultados obtenidos al aplicar los algoritmos de detección de líneas descritos. Es importante la extracción de bordes previo a la detección de líneas, puesto que generan cambios en los resultados finales. Es por ello que se experimentó con dos operadores. En la Fig. 1 se observa la imagen original sobre la que se realizan los experimentos, en la Fig. 2 se analiza el resultado de aplicar en el pre-procesamiento ambos operadores y en la detección de líneas el método de la transformada de Hough. En la Fig. 3 se estudia el resultado arrojado con el procedimiento de RANSAC en la detección de líneas.



Fig. 1 Imagen Original

Con la transformada de Hough se realizaron cuatro combinaciones diferentes, las dos primeras utilizando el operador Sobel y en las dos últimas Canny. Sobel puede calcularse en una dirección o en ambas, por lo tanto en la primera prueba (Fig. 2 (a)) se presenta en ambas direcciones y en la segunda, que corresponde a la Fig. 2 (b), sólo en la dirección horizontal. Esto genera que al aplicar la transformada de Hough cambien ligeramente las líneas detectadas. En las siguientes combinaciones se trabajó con Canny. En la Fig. 2 (c) se aplica Canny sin ninguna restricción para el suavizado en el paso del filtro, lo que ocasiona que la detección de bordes sea con gran detalle, y genere una matriz de datos grande. En la última combinación se establecen restricciones en el umbral y se obtiene el resultado de la Fig. 2 (d).

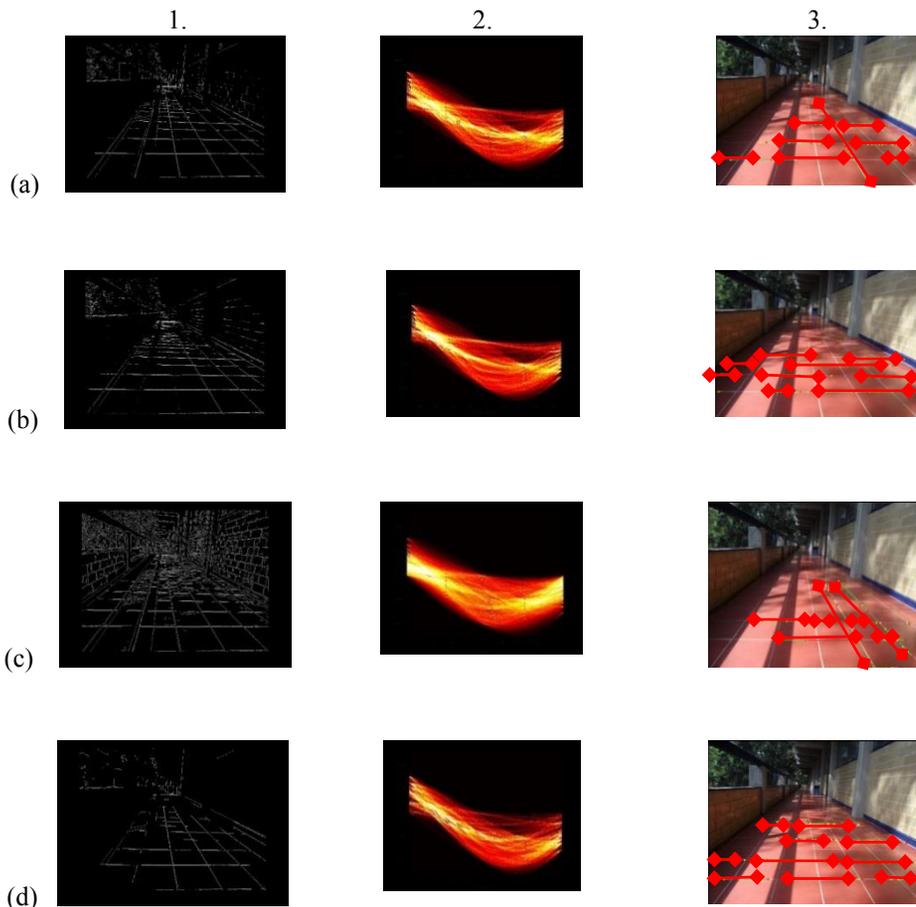


Fig. 2 Detección de líneas mediante la transformada de Hough. (a) Operador Sobel en ambas direcciones (b) Operador Sobel con dirección horizontal (c) Canny sin restricciones (d) Canny con umbral limitado 1. Extracción de bordes de la imagen 2. Espacio de parámetros de Hough con los máximos 3. Imagen original con las líneas detectadas

A continuación se muestran los resultados obtenidos con el método RANSAC, en donde se trabaja con las mismas condiciones para valorar cuál procedimiento tiene mejores resultados. Por lo tanto en la Fig. 3 se observa el mismo orden, donde la Fig. 3 (a) corresponde a la aplicación del operador Sobel en ambas direcciones y la Fig. 3 (b) al mismo operador pero con dirección horizontal. Mientras tanto en la Fig. 3 (c) y (d) se usa para la extracción de bordes Canny, la primera sin especificar restricciones y la última con restricciones en el umbral para el filtro de suavizado.

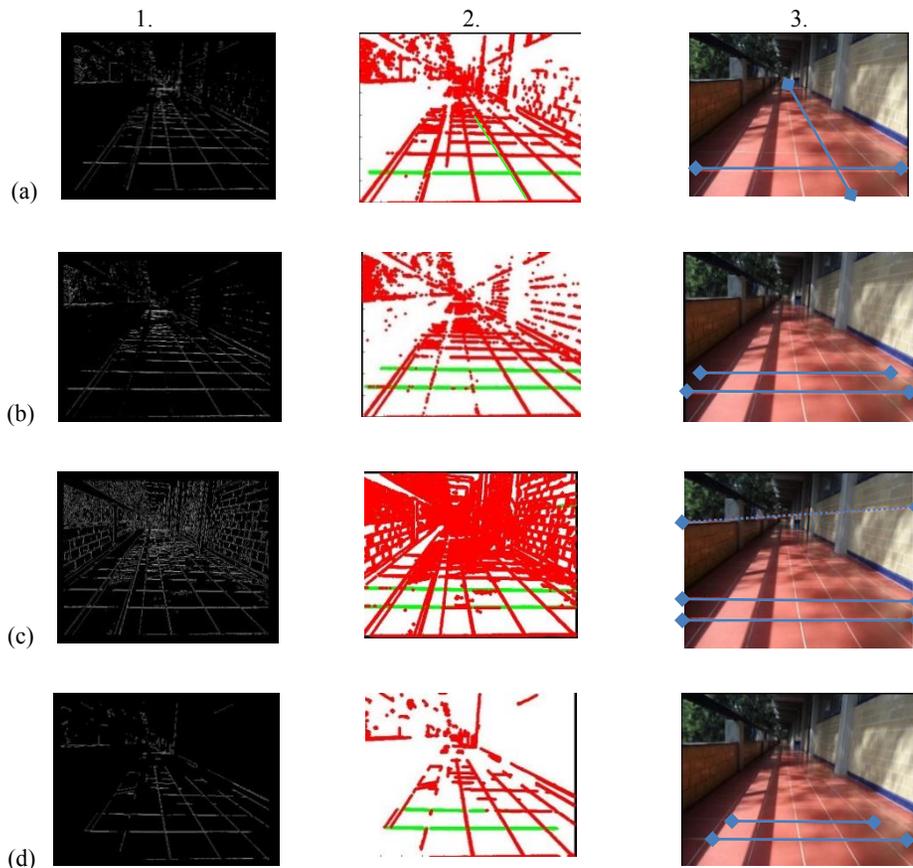


Fig. 3 Detección de líneas mediante RANSAC. (a) Operador Sobel en ambas direcciones (b) Operador Sobel con dirección horizontal (c) Canny sin restricciones (d) Canny con umbral limitado 1. Extracción de bordes de la imagen 2. Bordes con líneas detectadas 3. Imagen original con las líneas detectadas.

Respecto a los operadores para la extracción de bordes (Fig. 2 y Fig. 3 columna 1), Canny demostró gran detalle en esta tarea, tal como se observa en la imagen del inciso (c), pero esto implica un mayor número de datos a procesar, mientras que Sobel aplicado en ambas direcciones (a) detecta un menor número de bordes con mayor relevancia. En el inciso (d) se observa que al aplicar restricciones para el suavizado al algoritmo Canny, se obtiene como resultado un menor número de datos. Sin embargo, si estos resultados se comparan visualmente con Sobel en dirección horizontal (b), se aprecia que el operador Sobel obtiene mejor definición en los bordes significativos y contribuye a que se obtenga mejor desempeño durante el siguiente paso (obtención de líneas). En la Fig. 2 columna 3 se valoran los resultados obtenidos mediante la transformada de Hough, el cual es uno de los métodos más utilizados y que siempre logra buenos resultados según se observa. En la Transformada de Hough es difícil elegir un tamaño apropiado para la matriz acumuladora, ya que tampoco considera el ruido y la incertidumbre durante la obtención de líneas. RANSAC por otro lado, al ser un algoritmo basado en métodos probabilísticos, demuestra (Fig. 3 columna 3) detectar las mejores líneas, es decir, las líneas horizontales de mayor longitud.

5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

En este artículo se propuso realizar la implementación de detección de líneas para encontrar un algoritmo que sea eficiente, robusto y que considere sólo las líneas horizontales, las cuales son las más significativas para la aplicación de control visual en un robot humanoide. Por tal motivo se considera a Sobel y Ransac como la mejor combinación de algoritmos, siendo el primero para la extracción de bordes y el segundo para la detección de líneas.

Como trabajo futuro se implementará dicho algoritmo en tiempo real, es decir, en un sistema de video embebido a un robot humanoide para determinar las líneas de referencia visuales que se utilicen durante el proceso de balance en el caminado del robot.

Referencias

- [1] G.-Q. Bao, S.-S. Xiong y Z.-Y. Zhou, «Vision-based horizon extraction for micro air vehicle flight control,» *Instrumentation and Measurement*, vol. 54, n° 3, pp. 1067 - 1072, 2005.
- [2] A. Broggi, P. Cerri y P. Antonello, «Multi-resolution vehicle detection using artificial vision,» de *Intelligent Vehicles Symposium*, Parma, Italy, 2004.
- [3] X. Chen, R. Li, X. Wang, Y. Tian y Q. Huang, «A novel artificial landmark for monocular global visual localization of indoor robots,» de *Mechatronics and Automation*, China, 2010.
- [4] J. Climent y P. Mares, «Real-time tracking system for assisted surgical operations,» *Latin America Transactions*, vol. 1, n° 1, pp. 8-14, 2003.
- [5] D. H. Ballard, «Generalizing the Hough Transform to detect Arbitrary Shapes,» 1980.
- [6] M. A. Fischler y R. C. Bolles, «Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography,» *Communications of the ACM*, vol. 24, n° 6, pp. 381-395, 1981.
- [7] X. Hou y H. Liu, «Welding Image Edge Detection and Identification Research Based on Canny Operator,» de *International Conference on Computer Science and Service System*, 2010.
- [8] N. Aggarwal y W. Karl, «Line detection in images through regularized hough transform,» *Image Processing*, vol. 15, n° 3, pp. 582 - 591, 2006.
- [9] D. Scaramuzza, «1-Point-RANSAC Structure from Motion for Vehicle-Mounted,» Springer Science+Business Media, vol. 95, pp. 74-85, 2011.
- [10] T. Hassner, L. Assif y L. Wolf, «When standard RANSAC is not enough: cross-media visual matching with hypothesis relevancy,» *Machine Vision and Applications*, vol. 25, pp. 971-983, 2014.
- [11] W. Gao, X. Zhang, L. Yang y H. Liu, «An improved Sobel edge detection,» de *Computer Science and Information Technology*, 2010.

Diseño de un sistema para realizar consultas basadas en contenido en una base de datos multimedia

Rodolfo Rojas Ruiz¹, Lisbeth Rodríguez Mazahua¹, Asdrúbal López Chau, S.² Gustavo Peláez Camarena¹,
Ma. Antonieta Abud Figueroa¹

¹ División de Estudios de Posgrado e Investigación
Instituto Tecnológico de Orizaba, México

² Universidad Autónoma del Estado de México Zumpango
Estado de México, México

Abstract. La recuperación de Imágenes Basada en Contenido (CBIR, “*Content-Based Image Retrieval*”) es una técnica para obtener imágenes con base en características visuales como color, textura y forma. En este artículo se presenta un análisis de diferentes sistemas CBIR, así como el diseño de un sistema de inventario que permita realizar consultas basadas en contenido, para la ayuda de los empleados de una empresa que se dedica a la venta de maquinaria agrícola y sus refacciones, denominada AGROMAQ, dicho sistema permitirá la identificación de diferentes refacciones y maquinaria, todo con la finalidad de que el tiempo de atención a los clientes sea menor, ya que actualmente se necesita de un experto para la identificación de estos productos, lo cual hace que el tiempo de atención se incremente no sólo en horas sino incluso en días.

Abstract. Content-Based Image Retrieval (CBIR) is a technique to obtain images based in visual characteristics like color, texture and shape. In this article we present an analysis of different CBIR systems, as well as the design of an inventory system that allows content-based queries, for the help of the employees of a company that sells agricultural machinery and spare parts, called AGROMAQ, this system will allow the identification of different products, all with the aim of shortening customer service time, since an expert is currently needed to identify them, which increases attention time not only in hours but also in days.

Keywords: Descriptor SIFT, Patrón arquitectónico MCV, Sistema CBIR.

1 Introducción

Los datos multimedia son la combinación de diversos tipos de representaciones de información, los ejemplos típicos incluyen: imágenes, audio, series de tiempo o video. Una base de datos multimedia es una colección de datos multimedia relacionados que provee: 1) Acceso basado en contenido; 2) Generación de conocimiento; 3) Manejo de grandes volúmenes de datos, y 4) Buenos tiempos de respuesta [1].

En este artículo se presenta el diseño de un sistema de inventario para la empresa AGROMAQ que utiliza CBIR para realizar una búsqueda de refacciones y maquinaria con base en una imagen, todo esto con la finalidad de mejorar los tiempos de atención al cliente al hacer que la dependencia de un experto sea menor a la actual. La arquitectura del sistema se diseñó con base en el patrón arquitectónico MVC (“*Model View Control*”, Modelo Vista Controlador), el cual distribuye los componentes del sistema de tal forma que facilite su mantenimiento [2].

Como método para extracción de características de las piezas y su posterior reconocimiento automático, se usó el algoritmo SIFT (“*Scale Invariant Feature Transform*”, Transformación de características invariante de escala), el cual es uno de los métodos de extracción de puntos invariantes ampliamente utilizado en la literatura. Su nombre es debido a que transforma los datos de la imagen en coordenadas invariantes a la escala, rotación y en cierta medida al cambio de iluminación y al punto de vista 3D. Cada uno de los datos extraídos se considera una característica de la imagen y se describe mediante su posición, escala, orientación y su vector descriptivo (habitualmente con un tamaño de 128) [3].

El resto del artículo está conformado de 4 secciones. En la Sección 2 de este trabajo se da a conocer un análisis de diferentes artículos relacionados con CBIR. En la Sección 3 se describe las fases del desarrollo del sistema. Por último, las conclusiones y el trabajo futuro se presentan en la Sección 4.

2 Estado del arte

En [4] se propuso una metodología para CBIR basada en la codificación de cadenas de color. La metodología consta de tres pasos: 1) Clasificación de la base de datos usando una SVM (*Support Vector Machine*, Máquina de Vectores de Soporte); 2) Extracción de características, y 3) Medición de similitud.

Kommineni y Chava [5] proponen un sistema CBIR que utiliza el descriptor SIFT en conjunto con SPM (*Linear Spatial Pyramid Matching*, Emparejamiento de pirámide lineal espacial), el cual mejora el reconocimiento de objetos y da como resultado Sparse+SIFT. Por otro lado, en [6] se realizó un *framework* que se encarga de la búsqueda segura de imágenes mediante CBIR en grandes repositorios compartidos de imágenes, el *framework* permite tanto el encriptado como la búsqueda de imágenes para preservar la seguridad de los repositorios.

Lee et al. [7] presentaron un sistema CBIR para una base de datos de imágenes de tatuajes basado en SIFT. El objetivo del sistema es la obtención de imágenes visualmente similares a la imagen de consulta, así como la determinación de alguna característica extra a la forma y diseño del tatuaje, como el área del cuerpo donde está localizado y etiquetas de clase de los tatuajes.

En [8] se desarrolló un sistema CBIR básico por medio de la combinación de características como momentos de color, correlograma de color y *wavelets* de Gabor (GW) con el descriptor de histograma de bordes (EHD) MPEG-7 y el clasificador SVM.

Un sistema de detección y emparejamiento de píldoras de droga se presentó en [9], para el sistema se utilizó como base la detección de las píldoras dependiendo de su forma, sello/figura, color, histograma de color y “*Hu moments*” (que indica el estado de una imagen en un lugar en el tiempo).

Sunita y Hemachandran [10] propusieron un sistema de reconocimiento de rostros basado en CBIR y SVM. El sistema utiliza GW, transformada *wavelet* (WT) y análisis de componentes principales (PCA) para extraer características de las imágenes y lograr una tasa de reconocimiento de 99.90%.

En [11] se presentó un método de dos pasos para un sistema CBIR en bases de datos multimedia grandes, con la finalidad de mejorar tanto la efectividad como la eficiencia del CBIR tradicional mediante la exploración de medios secundarios, tales como el texto o imágenes prefiltradas. El método de recuperación de dos pasos primero clasifica por un medio secundario y después realiza CBIR solo en los K-objetos mejor clasificados.

La propuesta de una arquitectura para la recuperación de imágenes de forma eficiente, así como el análisis web desde el punto de vista de imágenes, empleando tecnologías *Big Data*, es el tema principal que se toca en [12]. Las fases de la arquitectura propuesta son: 1) Firma de la imagen de entrada; 2) Búsqueda con árboles binarios; 3) Cálculo distribuido de distancias, y 4) Ordenación de imágenes similares.

En [13] se presentó un análisis de diferentes formas para clasificar plantas (forma de la flor/hoja, textura de las hojas y estructura de las venas). La clasificación conlleva un conjunto de dificultades para su realización, entre las cuales la principal es el hecho de que las plantas al no ser “objetos rígidos” resultan en una serie de deformaciones (diferencias entre tamaño y forma dentro del mismo tipo de planta).

En conclusión, los sistemas CBIR son importantes debido a que facilitan la tarea de identificación de objetos a personas que no son expertas en la materia, además no están limitados a una sola área como la medicina, botánica, medicina forense, entre otras. Por último, queda decir que el descriptor SIFT se utilizó en varios sistemas CBIR con resultados muy favorables en cuanto a su precisión, como se observa en la Tabla 1. Sin embargo, SIFT no se utiliza para el reconocimiento de piezas o maquinaria agrícola, por tal motivo en este artículo se propone emplear SIFT para facilitar el reconocimiento de piezas y maquinaria a los empleados de la empresa AGROMAQ.

Artículo	Tipo de descriptor	Precisión	Nombre descriptor
[4]	Basado en atributos de bajo nivel.	85.96%	Codificación de cadenas de color.
[5]	Basado en reconocimiento de objetos.	Sparse+SIFT resultó ser más preciso que el método SIFT	Sparse+SIFT
[6]	Basado en texto (durante pruebas)	IES-CBIR alcanzó mejor precisión en algunos casos que sus competidores.	IES-CBIR
[7]	Basado en reconocimiento de objetos.	94.2% con el uso de etiquetas y restricciones geométricas.	SIFT
[8]	Basado en atributos de bajo nivel.	Precisión superior a 70% y <i>recall</i> superior a 40% en el mejor de los casos.	GW, Momentos de color, Correlograma de color, EHD

Artículo	Tipo de descriptor	Precisión	Nombre descriptor
[9]	Basado en reconocimiento de objetos.	73.17%	SIFT
[10]	Basado en atributos de bajo nivel	99.90%	GW, WT, PCA
[11]	Basados en reconocimiento de objetos.	El delimitado dinámico es más efectivo y robusto que el delimitado estático.	TOP-SURF JCD (“ <i>Joint Composite Descriptor</i> ”, Descriptor de conjunto compuesto).
[12]	Basados en reconocimiento de objetos.	El LSH (“ <i>Locality-sensitive hashing</i> ”, <i>Hashing</i> de localidad sensible) fue el más rápido.	LSH
[13]	Basado en atributos de bajo nivel.	Debido a que las plantas son muy diferentes en cuanto a tamaño, forma y color, no existe un método mejor para todos los tipos de hojas.	EFD (“ <i>Elliptic Fourier Descriptor</i> ”).

Tabla 1. Comparación de los trabajos relacionados

3 Diseño del sistema

A continuación, se muestran los diferentes diagramas para representar el sistema basado en la metodología OOHDM (“*Object Oriented Hypermedia Design Models*”, Modelo de Diseño de Hipermmedia Orientado a Objetos).

3.1 Obtención de requerimientos

Los requerimientos del sistema obtenidos a través de entrevistas a los empleados de la empresa AGROMAQ se ven representados en la Figura 1.

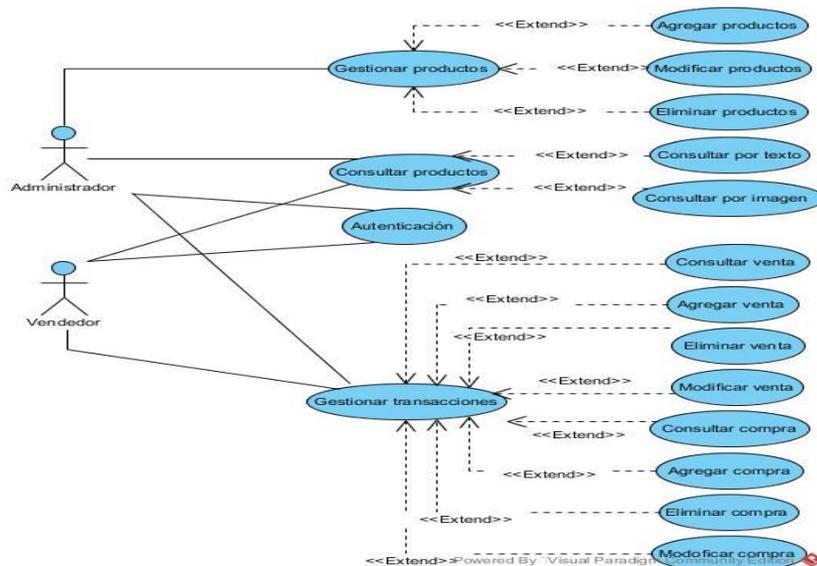


Fig. 1. Diagrama de casos de uso.

3.2 Diseño del sistema.

En la Figura 2 se muestra la base de datos multimedia con la que cuenta la empresa AGROMAQ.

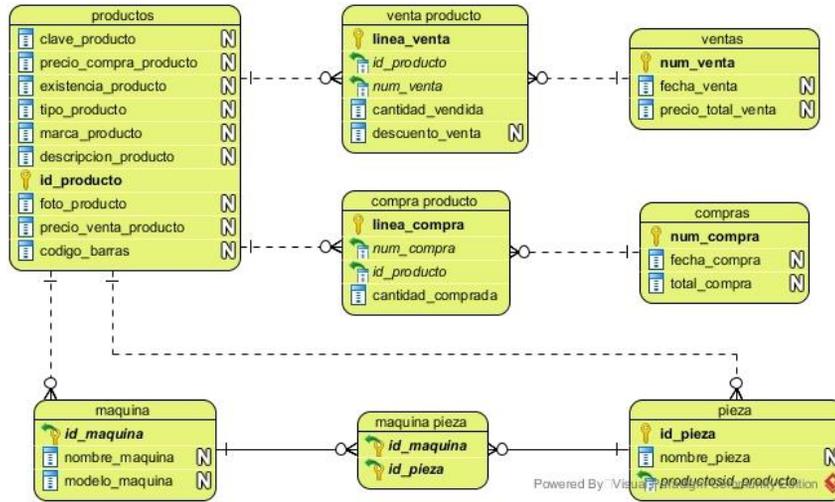


Fig. 2. Diagrama lógico de base de datos.

Como se observa en la Figura 3, la arquitectura del sistema se basa en el patrón arquitectónico MVC. Las demás tecnologías a aplicar en el sistema, así como la justificación de su uso son las siguientes: Se eligió Java, ya que con el uso de marcos de trabajo (en este caso se usó *JavaServer Faces*, JSF) el desarrollo de sitios Web se hace más

rápido y fácil, así como el hecho de que su seguridad es más alta. Debido a que la base de datos multimedia ya establecida usa como gestor a PostgreSQL, este se eligió para su uso en el desarrollo del sistema. OpenCV es la herramienta para la aplicación del descriptor SIFT debido a que proporciona bibliotecas para su uso directo en Java, y así al no ocupar más de un lenguaje durante el desarrollo del proyecto, este se va a mantener de una manera más uniforme.

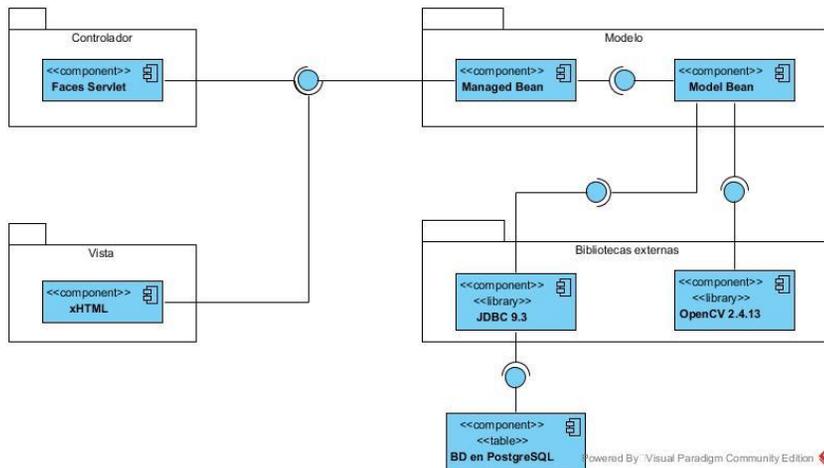


Fig. 3. Diagrama de componentes del sistema.

3.3 Implementación

Basado en los diagramas presentados en los puntos anteriores se construyó el sistema y se obtuvieron los siguientes resultados para la búsqueda por medio de imágenes. La interfaz de búsqueda en la Figura 4 muestra dos campos para proceder a la misma, que son el número de imágenes más similares a la imagen dada, y la imagen de búsqueda (consulta). Una vez realizada la búsqueda el sistema muestra los resultados en forma de lista, detallando el o los productos que sean similares a la imagen dada como se puede ver en la Figura 5.

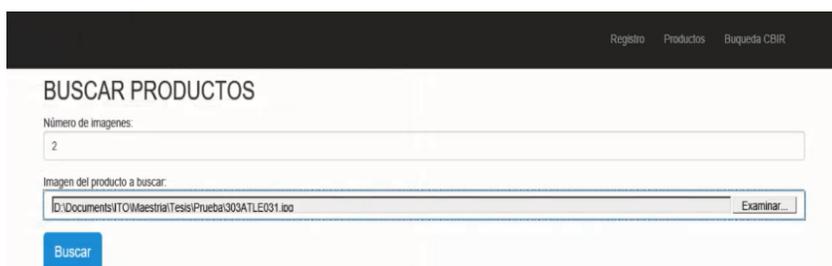


Fig. 4. Interfaz de búsqueda.

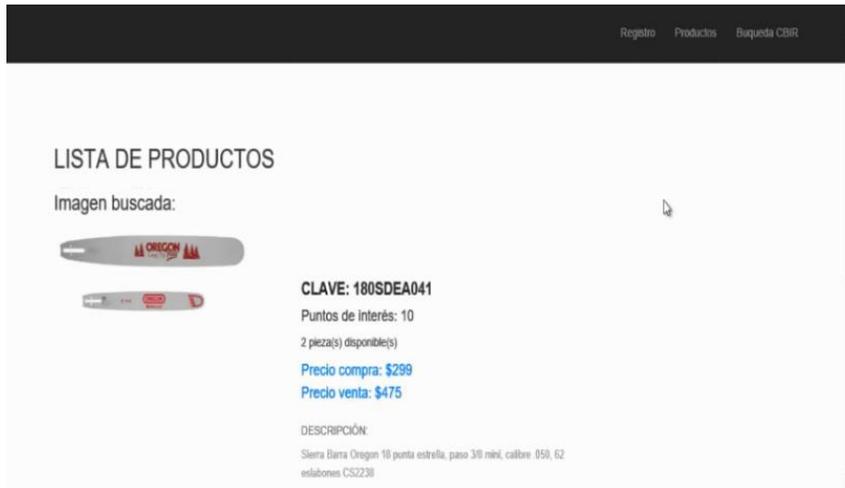


Fig. 5. Interfaz de resultado de búsqueda 1.

3.4 Evaluación

Basado en el estado de arte presentado en la Sección 2, el *recall* y la precisión son las medidas más usadas para evaluar el desempeño de los sistemas CBIR, por lo tanto, durante las pruebas realizadas al sistema se obtuvieron los resultados mostrados en la Figura 6 mediante las ecuaciones (1) y (2) [10]:

$$\text{Recall} = \frac{\text{Número de imágenes relevantes recuperadas}}{\text{Número de imágenes relevantes}} \quad (1)$$

$$\text{Precisión} = \frac{\text{Número de imágenes relevantes recuperadas}}{\text{Número total de imágenes recuperadas}} \quad (2)$$

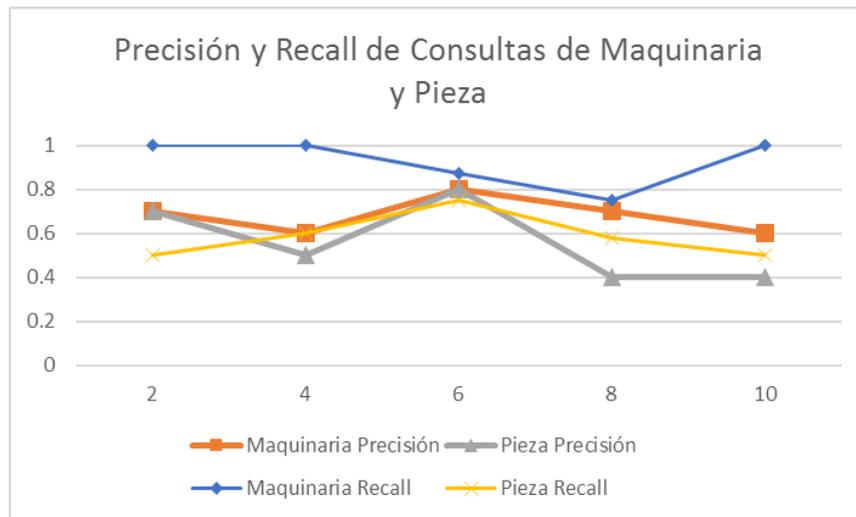


Fig. 6. Gráfica de desempeño.

En la Figura 7 se muestra la relación entre la cantidad de tiempo de respuesta del sistema CBIR y el número de imágenes almacenadas en la base de datos en cada consulta.

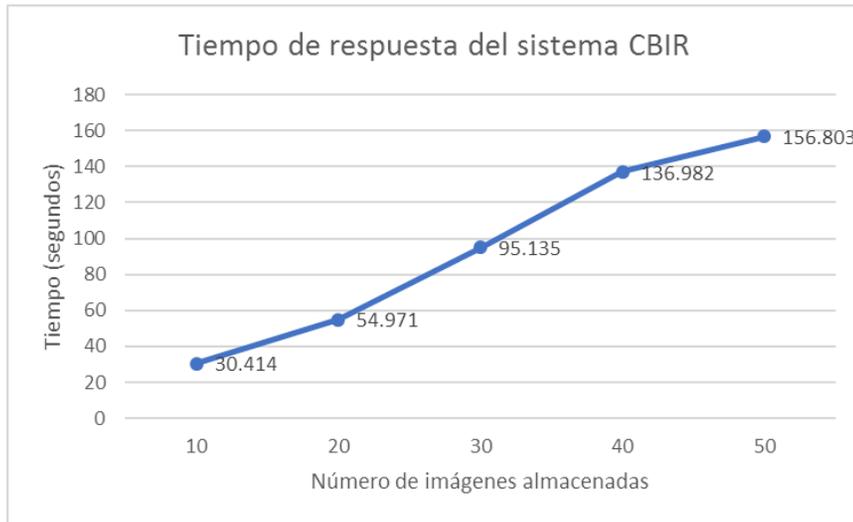


Fig. 7. Gráfica de tiempo de respuesta del sistema CBIR.

4 Conclusión y trabajo futuro

Los sistemas CBIR son importantes a nivel comercial debido a que hacen más fácil la tarea de identificación de objetos, refacciones y maquinaria en el caso de este proyecto, a personas que no son expertas en la materia, así como el hecho de que ya no se depende tanto de personas expertas en el área, con esto se busca hacer que los tiempos de atención al cliente sean menores. Como trabajo futuro, se buscará mejorar el desempeño del sistema durante las consultas basadas en contenido para reducir su tiempo de ejecución, ya sea por medio de otro lenguaje de programación (Python) para implementar SIFT o el cambio del descriptor de SIFT a SURF (“*Speeded Up Robust Features*”, Características robustas para aumento de velocidad) [2].

Acknowledgments. Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por patrocinar este trabajo.

Referencias

- [1] I. Assent, *Efficient adaptive retrieval and mining in large multimedia databases* in Dissertation, Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften, RWTH Aachen.
- [2] Glenn E. Krasner and Stephen T. Pope. 1988. “A cookbook for using the model-view controller user interface paradigm in Smalltalk-80” in *J. Object Oriented Programming*, Vol 1, No. 3, 1988, pp. 26-49.
- [3] M. Romero et al, “Comparativa de detectores de características visuales y su aplicación al SLAM” in *X Workshop de Agentes Físicos*, Cáceres, pp. 55-62, 2009.
- [4] J. Kommineni et al, “Content Based Image Retrieval Using Colour Strings Comparison” in *Procedia Computer Science*, Vol. 50, 2015, pp. 374-379.
- [5] D. Kommineni y S. Chava, “CBIR Based On Linear SPM Using SIFT Sparse Codes” in *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, India, 2016.
- [6] F. Bernardo et al, “Practical Privacy-Preserving Content-Based Retrieval in Cloud Image Repositories” in *Journal of Latex class files*, Vol. 13, No. 9, 2014.
- [7] J. Lee et al, “Image Retrieval in Forensics: Tattoo Image Database Application” in *Multimedia in Forensics, Security and Intelligence*, Vol. 19, No.1, 2012, pp. 2-11.
- [8] V. Pradnya y K. Pravin, “Improved CBIR system using Edge Histogram Descriptor (EHD) and Support Vector Machine (SVM)” in *International Conference on ICT in Business Industry & Government*, India, 2016.
- [9] Y. Lee et al, “Pill-ID: Matching and retrieval of drug pill images” in *Pattern Recognition Letters*, Vol. 33, 2012, pp. 904-910.
- [10] D. Sunita y K.Hemachandran, “Retrieval and Recognition of faces using Content-Based Image Retrieval (CBIR) and Feature Combination method” in *IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research*, India, 2016
- [11] A. Avi et al, “Dynamic two-stage image retrieval from large multimedia databases” in *Information Processing and Management*, Vol. 49, pp. 274-285, 2013.
- [12] R. Sergui et al, “Tecnologías big data para análisis y recuperación de imágenes web” en *El profesional de la información*, Vol. 23, No. 6, pp 567-574, 2014.

[13] S. C. James et al, "Plant species identification using digital morphometrics" in Expert Systems with Applications, Vol. 39, No. 8, 2012, pp. 7562–7573.

Revisión de técnicas de visualización para Big Data

Luis Eder Velázquez Peña¹, Lisbeth Rodríguez Mazahua², Giner Alor Hernández³, Beatriz Alejandra Olivares Zepahua⁴ y Silvestre Gustavo Peláez Camarena⁵

Instituto Tecnológico de Orizaba, Avenida Oriente 9 No. 852, Col. Emiliano Zapata, Orizaba, Veracruz, 94320. México

¹levp8915@hotmail.com, ²lrodriguez@itorizaba.edu.mx, ³galor@itorizaba.edu.mx, ⁴bolivares@ito-depi.edu.mx, ⁵sgpelaez@yahoo.com.mx

Resumen. En los últimos 20 años cobró fuerza el término de Big Data, el cual se refiere a los conjuntos de datos que en su tamaño sobrepasan la habilidad de las herramientas de bases de datos típicas para capturar, almacenar, administrar y analizar. El análisis visual de Big Data es un campo nuevo que está emergiendo como una poderosa herramienta para la extracción de información útil. En este artículo se expone la revisión de 83 artículos sobre técnicas de visualización para Big Data de los últimos seis años, para la futura realización de un análisis comparativo de dichas técnicas y determinar cuáles son las más óptimas al momento de hacer un análisis en Big Data.

Abstract. In the last 20 years the term of Big Data took strength, which refers to datasets that in size exceed the ability of typical database tools to capture, store, manage and analyze. Big Data visual analysis is a new field that is emerging as a powerful tool for extracting useful information. This paper discusses the revision of 83 articles on visualization techniques for Big Data of the last six years, for the future realization of a comparative analysis of these techniques and to determine which are the most optimistic when analyzing Big Data.

Keywords: Big Data, técnicas de visualización, visualización Big Data.

1 Introducción

Actualmente el mundo está viviendo la denominada era de la información, donde grandes cantidades de datos se generan y recolectan diariamente tanto para su almacenamiento como para su análisis. Todos estos grandes conjuntos de datos se engloban en el término de Big Data, el cual cobró fuerza en los últimos 20 años. Big Data se refiere a los conjuntos de datos que en su tamaño sobrepasan la habilidad de las herramientas de bases de datos típicas para capturar, almacenar, administrar y analizar [1]. Big Data típicamente incluye masas de datos no estructurados que necesitan analizarse en tiempo real. También proporciona nuevas oportunidades para el descubrimiento de nuevos valores, ayudando a un entendimiento más profundo de los valores ocultos, y además para incursionar en nuevos desafíos [2].

Dado que Big Data requiere ser analizada para extraer información útil, el análisis visual de Big Data surgió como una herramienta para examinar grandes cantidades de datos de forma visual y demostrar una variedad de patrones ocultos, tendencias y correlaciones desconocidas que antes no se percibían o que eran difíciles de observar [3]. Además, al análisis visual toma ventaja de las capacidades de percepción y razonamiento humano para llevar a cabo un análisis exhaustivo de datos, tanto en el panorama general como en niveles detallados [4]. Para realizar el análisis visual de Big Data, se requiere aplicar diferentes técnicas de visualización a los datos. Estas técnicas se usan para la creación de imágenes, diagramas o animaciones para comunicar, entender y mejorar los resultados del análisis Big Data. Presentar la información de tal manera que la gente sea capaz de consumirla de manera efectiva es un desafío fundamental que necesita cumplirse si el análisis de datos es para llevar a una acción concreta [1]. De acuerdo con Han, Kamber y Pei [5], las técnicas de visualización de datos se clasifican en: Orientadas a píxeles, Proyección geométrica, Basadas en iconos, Basadas en jerarquías y grafos, y Relaciones y datos complejos.

Para una mejor comprensión del lector, el presente artículo se divide en las siguientes secciones: la Sección 2 muestra un panorama resumido del estado del arte sobre la problemática planteada, la Sección 3 presenta la metodología utilizada y la Sección 4, los resultados de la revisión de las técnicas de visualización empleadas sobre conjuntos de datos Big Data, por último la Sección 5 plantea las conclusiones y el trabajo futuro sobre esta línea de investigación y, finalmente, se presentan los agradecimientos y referencias.

2 Estado del arte

Al ser un campo nuevo el análisis visual de Big Data, hoy en día no hay muchos reportes técnicos o marcos referenciales [6]–[8] que ayuden a determinar cuáles son las mejores técnicas de visualización para los conjuntos de datos de Big Data. En los análisis existentes no consideran una revisión exhaustiva de la literatura por medio de la que se analicen y clasifiquen los conjuntos de datos y las técnicas de visualización para Big Data.

En [6] los autores plantean una revisión analítica de seis métodos de visualización en Big Data, sin embargo, solo plantean tres características de Big Data (volumen, variedad y velocidad) sin profundizar en otras características (como veracidad y valor), además de no contemplar más métodos o técnicas de visualización.

Lidong Wang et al. [7] también presentan una revisión de la visualización en Big Data, mostrando información similar a la presentada en [6], por lo que no se aporta algo relevante en este campo de investigación.

Finalmente, en [8] se muestra un análisis comparativo de herramientas, tanto comerciales como de código abierto, para la visualización de Big Data, pero no plantean las técnicas de visualización principales o más utilizadas para realizar un análisis de Big Data.

Por tal motivo, este trabajo provee una revisión de 83 artículos de investigación sobre Visualización de Big Data. Esta revisión de la literatura se realizó para proveer una perspectiva de evaluación que permita determinar los campos de aplicación en donde la Visualización de Big Data genera más impacto. Además este trabajo también identifica las técnicas de visualización para Big Data más utilizadas.

3 Metodología utilizada

Para comenzar con el proceso de análisis de las técnicas de visualización empleadas en Big Data, se siguieron los pasos que se muestran en la Figura 1.

Se realizó la búsqueda de artículos en las principales editoriales de investigación, las cuales son ACM, IEEE, Springer y Elsevier, también se tomaron en cuenta otras editoriales siempre y cuando la revista tuviera un factor de impacto.

Una vez ingresado en los repositorios correspondientes, se realizó la búsqueda de los trabajos de acuerdo con los siguientes criterios de búsqueda: palabras clave “*Big Data visualization*” y publicaciones entre 2010 y 2017. Se descartaron artículos de otros idiomas que no fuera inglés y tesis de maestría o doctorado.

Ya teniendo los artículos a analizar, se procedió a buscar los conjuntos de datos utilizados, así como las técnicas de visualización aplicadas a dichos conjuntos de datos. Se agruparon de acuerdo con el dominio de los datos y la clasificación de las técnicas de visualización.

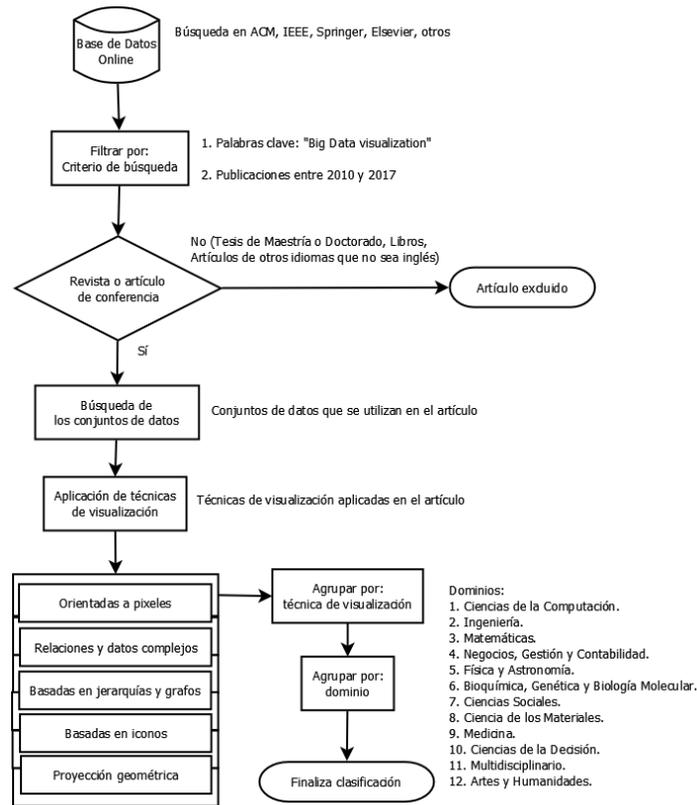


Fig. 1. Metodología de análisis

4 Resultado del análisis

Las siguientes gráficas muestran el resultado del análisis descrito en el punto anterior. Las siguientes clasificaciones ofrecerán importantes tópicos para realizar en un futuro un análisis comparativo de las técnicas de visualización para Big Data.

En la Figura 2 se aprecia cómo aumentó el interés por el análisis visual en el campo de Big Data en los últimos siete años, esto debido al creciente interés por analizar y visualizar datos provenientes de sensores, tanto industriales como geográficos, así como las grandes cantidades de información que se generan en redes sociales e información médica relevante para la prevención de enfermedades. Se contabilizaron un total de 83 artículos relacionados con la visualización de Big Data.

También se distribuyeron los artículos de acuerdo con la editorial de publicación como se aprecia en la Figura 3. De acuerdo con la figura se observa que en la editorial IEEE es donde se concentran la mayoría de los trabajos relacionados con la visualización de Big Data.

Todos los trabajos de investigación de Big Data están enfocados en un dominio específico. Los 108 conjuntos de datos que se encontraron en este análisis de visualización de Big Data, se clasificaron de acuerdo con “*Research Trends*” de Elsevier [9], los cuales son: (1) Ciencias de la Computación, (2) Ingeniería, (3) Matemáticas, (4) Negocios, Gestión y Contabilidad, (5) Física y Astronomía, (6) Bioquímica, Genética y Biología Molecular, (7) Ciencias Sociales, (8) Ciencia de los Materiales, (9) Medicina, (10) Ciencias de la Decisión, (11) Multidisciplinario, (12) Artes y Humanidades. En la Figura 4 se muestra que la mayoría de los conjuntos de datos son referentes a Ciencias de la Computación [10] seguido por el dominio Multidisciplinario [11].

La clasificación de los conjuntos de datos de acuerdo con la técnica de visualización aplicada en sus respectivos artículos se ilustra en la Figura 5. Las técnicas que más se utilizan son las de Relaciones y datos complejos [12] y de Proyección geométrica [13].

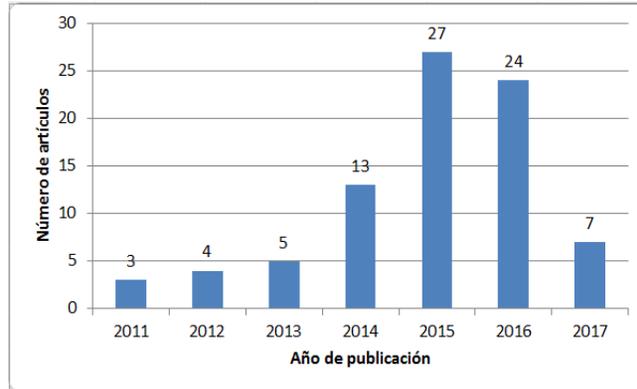


Fig. 2. Distribución de artículos por año de publicación.

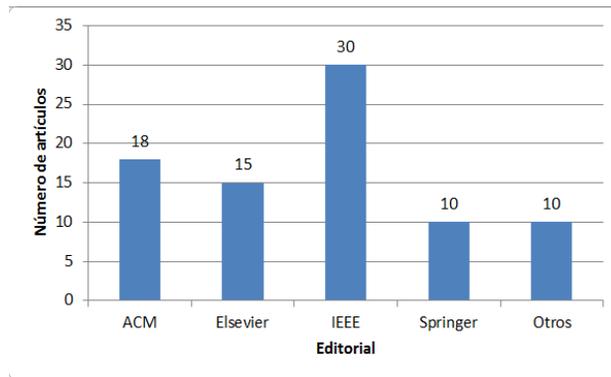


Fig. 3. Distribución de artículos por editorial.

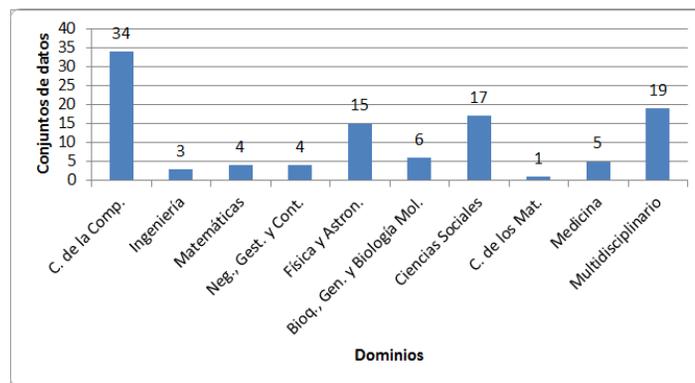


Fig. 4. Clasificación de los conjuntos de datos de acuerdo a su dominio.

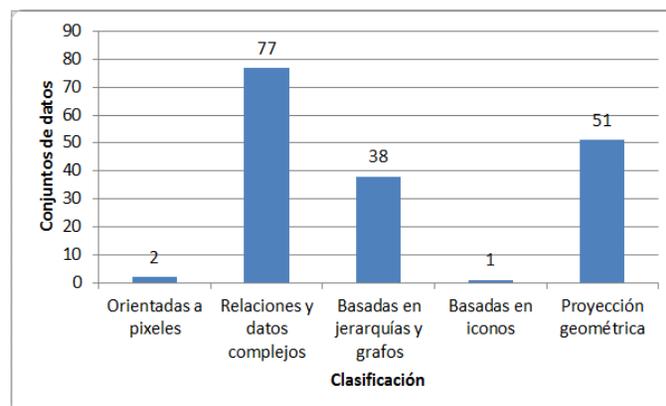


Fig. 5. Clasificación de técnicas de visualización.

La Figura 6 muestra en qué editoriales se concentran los trabajos de acuerdo con la técnica de visualización empleada, donde se observa que la editorial ACM contiene el mayor número de conjuntos de datos en donde se aplican técnicas de Proyección geométrica. Por otra parte, se aprecia que principalmente en las editoriales ACM e IEEE se concentran los conjuntos de datos en donde se implementan técnicas de Relaciones y datos complejos.

La clasificación de las técnicas de visualización que se aplican a los conjuntos de datos de acuerdo con el dominio de los mismos se muestra en la Figura 7, en donde se observa que para los conjuntos de datos de Ciencias de la Computación se aplican en su mayoría técnicas Basadas en jerarquías y grafos [14], mientras que para conjuntos de Ciencias Sociales y Física y Astronomía se aplican técnicas de Relaciones y datos complejos [15].

Finalmente, se expone la distribución de las herramientas y lenguajes de programación que se encontraron en esta revisión de la literatura. La Figura 8 presenta la cantidad de artículos que usaron cada herramienta y lenguaje, mostrando que la plataforma de Hadoop/MapReduce es la preferida a la hora de realizar análisis de Big Data, dado los beneficios que ésta proporciona al momento de procesar grandes cantidades de datos. Por otra parte, se observa que lenguajes de programación como Python y Java están presentes en el desarrollo de sistemas referentes a Big Data. La sección de “Otros” se refiere a herramientas y lenguajes que sólo se mencionaron en un artículo.

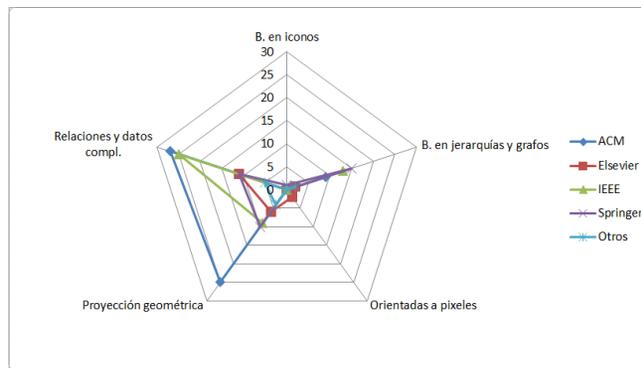


Fig. 6. Distribución de las técnicas de visualización de acuerdo a su editorial.

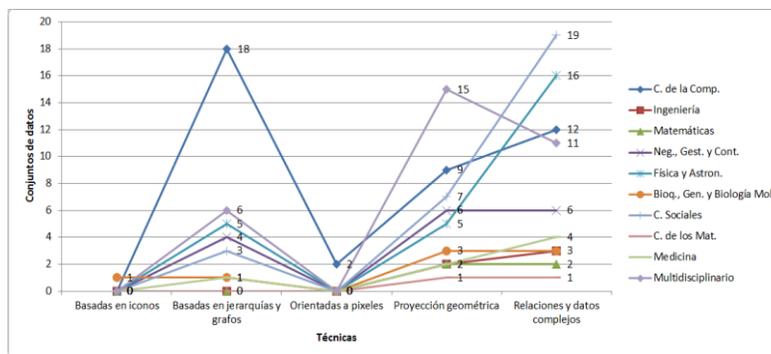


Fig. 7. Clasificación de técnicas de visualización de acuerdo al dominio.

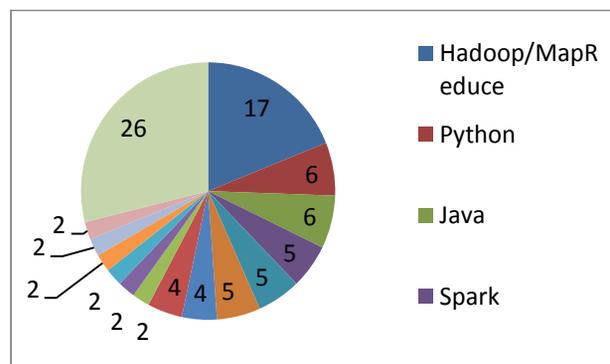


Fig. 8. Distribución de herramientas y lenguajes de programación.

5 Conclusiones y Trabajo a Futuro

Big Data se ha popularizado en los últimos 20 años debido a la creciente explosión en la generación y almacenamiento de los datos, es por esto que requiere analizarse para extraer información útil que le sirva a empresas y a investigadores en la toma de decisiones.

Dado que el análisis visual es un campo nuevo, es importante realizar el análisis comparativo de las diferentes técnicas de visualización para Big Data y así determinar cuáles son las mejores en los diferentes conjuntos de datos masivos, esto mediante un marco de evaluación propuesto que permitirá conocer las ventajas y desventajas de cada técnica de visualización. Dicho análisis pretende beneficiar a una gran comunidad de investigadores Big Data que va en aumento, ayudando en la reducción de tiempo y esfuerzo que cada uno de los investigadores aplica en el análisis visual. Además, la poca literatura que existe sobre este tema no representa una gran ayuda a la hora de determinar qué técnica de visualización aplicar para ciertos conjuntos de datos, por lo que el presente proyecto representa una gran oportunidad para aportar información más completa en este campo.

En este artículo se presentó la metodología y el resultado del análisis de las técnicas de visualización, conjuntos de datos, herramientas y lenguajes de programación que se utilizan en Big Data, mostrando diferentes gráficas que ayudan a entender de una mejor manera la información obtenida y así conocer el estado actual de Big Data respecto a las diferentes áreas de investigación.

Con la información obtenida en la Sección 4 y como trabajo futuro, se procederá a seleccionar los conjuntos de datos más utilizados en Big Data, así como las técnicas de visualización más usadas para realizar un análisis comparativo, aplicando dichas técnicas a los conjuntos de datos y evaluarlas de acuerdo con un marco de evaluación propuesto, y con base en factores como velocidad, precisión, facilidad de interpretación, entre otros, determinar qué técnicas de visualización son mejores para ciertos conjuntos de datos dentro de una análisis de Big Data.

Agradecimientos. Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), al Tecnológico Nacional de México y a la Secretaría de Educación Pública a través del PRODEP por las facilidades prestadas en la elaboración de este proyecto.

Referencias

- [1] James Manyika *et al.*, *Big Data: the Next Frontier for Innovation, Competition and Productivity*. McKinsey & Company, 2011.
- [2] Min Chen, Shiwen Mao, y Yunhao Liu, “Big Data: A Survey”, *Mob. Netw Appl*, vol. 19, pp. 171–209, ene. 2014.
- [3] Aziz Nasridinov y Young-Ho Park, “Visual Analytics for Big Data using R”, presentado en IEEE Third International Conference on Cloud and Green Computing, 2013, pp. 564–565.
- [4] Zeqian Shen, Jishang Wei, Neel Sundaresan, y Kwan-Liu Ma, “Visual Analysis of Massive Web Session Data”, presentado en Symposium on Large Data Analysis and Visualization, Seattle, WA, USA, 2012, pp. 65–72.
- [5] Jiawei Han, Micheline Kamber, y Jian Pei, *Data Mining: Concepts and Techniques*, Third Edition. Morgan Kaufmann, 2012.
- [6] Evgeniy Yur’evich Gorodov y Vasilij Vasil’evich Gubarev, “Analytical Review of Data Visualization Methods in Application to Big Data”, *J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 2013, ene. 2013.
- [7] Lidong Wang, Guanghui Wang, y Cheryl Ann Alexander, “Big Data and Visualization: Methods, Challenges and Technology Progress”, *Digit. Technol.*, vol. 1, núm. 1, pp. 33–38, 2015.
- [8] Leishi Zhang *et al.*, “Visual Analytics for the Big Data Era – A Comparative Review of State-of-the-Art Commercial Systems”, presentado en IEEE Conference on Visual Analytics Science & Technology 2012, Seattle, Washington, USA, 2012, pp. 173–182.
- [9] Gali Halevi y Henk Moed, “The Evolution of Big Data as a Research and Scientific Topic: Overview of the Literature”, *Res. Trends*, vol. 30, pp. 3–6, sep. 2012.
- [10] Jian Tang, Jingzhou Liu, Ming Zhang, y Qiaozhu Mei, “Visualizing Large-scale and High-dimensional Data”, presentado en Proceedings of the 25th International Conference on World Wide Web, Montréal, Québec, Canada, 2016, pp. 287–297.
- [11] Ari Wibisono, Wisnu Jatmiko, Hanief Arief Wisesa, Benny Hardjono, y Petrus Mursanto, “Traffic big data prediction and visualization using Fast Incremental Model Trees-Drift Detection (FIMT-DD)”, *Knowl.-Based Syst.*, vol. 93, pp. 33–46, feb. 2016.
- [12] Mingjin Zhang *et al.*, “TerraFly GeoCloud: An Online Spatial Data Analysis and Visualization System”, *ACM Trans. Intell. Syst. Technol. TIST*, vol. 6, núm. 3, p. 24, may 2015.
- [13] Ahmed Eldawy, Mohamed F. Mokbel, y Christopher Jonathan, “HadoopViz: A MapReduce framework for extensible visualization of big spatial data”, presentado en 32nd International Conference on Data Engineering (ICDE), Helsinki, 2016, pp. 601–612.

- [14] Alexandre Perrot, Romain Bourqui, Nicolas Hanusse, Frederic Lalanne, y David Auber, “Large Interactive Visualization of Density Functions on Big Data Infrastructure”, presentado en Symposium on Large Data Analysis and Visualization, Chicago, Il, USA, 2015.
- [15] Wenwu Tang y Wenpeng Feng, “Parallel map projection of vector-based big spatial data: Coupling cloud computing with graphics processing units”, *Comput. Environ. Urban Syst.*, vol. 61, núm. Part B, pp. 187–197, ene. 2017.

Aplicación Móvil para Apoyo Didáctico en la Asignatura de Redes de la DAIS-UJAT

Área de conocimiento: Educación en TI

Dr. Nelson Javier Cetz Canche¹, Dr. Jorge Alberto Ceballos García²

^{1,2} Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-División Académica de Informática y Sistemas, Km.1 carretera Cunduacán-Jalpa. C.P.86690. Cunduacán, Tabasco, México.

¹nelson.cetz@ujat.mx, ²jorge.ceballos@ujat.mx

Resumen. El desarrollo vertiginoso de las nuevas tecnologías, ponen en evidencia la influencia que estos ejercen en la vida diaria, permitiendo encontrar amplias posibilidades de aceptación en los escenarios de aprendizaje, ya que al incorporarlos en las prácticas educativas posibilitan grandes apoyos interactivos y ubicuidad en el consumo de recursos educativos. Este trabajo presenta una aplicación móvil, que apoya la asignatura de Redes de la Licenciatura en Telemática, de la División Académica de Informática y Sistemas, la investigación se inserta dentro de un enfoque mixto ya que combina lo cualitativo y cuantitativo, para el desarrollo de la aplicación se adoptó el modelo sistémico ADDIE, en donde los alumnos visualizan los materiales en sus dispositivos móviles, facilitando el proceso de aprendizaje sin importar donde se encuentren, aprovechando la tecnología como una herramienta de apoyo y no solo como un medio de socialización o entretenimiento.

Palabras claves: Aplicación móvil, Aprendizaje, ADDIE.

1 Introducción

Aunque una teoría válida del aprendizaje no puede instruirnos sobre la manera de enseñar, si nos ofrece el punto de partida más factible para descubrir los principios generales de la enseñanza que puedan formularse en términos de los procesos psicológicos que intervienen de las relaciones de causa y efecto. Por lo tanto una teoría adecuada del aprendizaje no es, desde luego, condición suficiente para mejorar la enseñanza, los principios válidos de esta se basan necesariamente en principios substanciales del aprendizaje pero no constituyen aplicaciones simples y directas de tales principios [1]. Por lo cual vincular la tecnología como medio para la instrucción y el aprendizaje colaborativo, son elementos que constituyen una mejor calidad para el proceso del aprendizaje en el alumno.

2 Estado del arte

2.1 Aprendizaje

El aprendizaje es el proceso a través del cual se adquieren o modifican habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación. Este proceso puede ser analizado desde distintas perspectivas, por lo que existen distintas teorías del aprendizaje [2].

Por otra parte [3], afirma que el aprendizaje es un proceso de adquisición de un nuevo conocimiento y habilidad. Para que este proceso pueda ser calificado como aprendizaje, en lugar de una simple retención pasajera, debe implicar una retención del conocimiento o de la habilidad en cuestión que permita su manifestación en un tiempo futuro. El aprendizaje puede definirse de un modo más formal "como un cambio relativamente permanente en el comportamiento o en el posible comportamiento, fruto de la experiencia".

2.2 Constructivismo

Algunos autores como [4] definen una teoría de aprendizaje como: “Un punto de vista sobre lo que significa aprender. Es una explicación racional, coherente, científica y filosóficamente fundamentada acerca de lo que debe entenderse por aprendizaje, las condiciones en que se manifiesta éste y las formas en las que se adopta; esto es, en qué consiste, cómo ocurre y a que da lugar el aprendizaje. En el constructivismo se considera al aprendizaje como un proceso en el cual un estudiante construye activamente nuevas ideas o conceptos basados en sus propias experiencias [5], el hecho del aprendizaje debe construirse a partir de las relaciones sistemáticas entre conocimientos previos y nuevos; estableciendo una serie de condiciones necesarias para que un aprendizaje obtenga su significatividad.

2.3 Aplicación móvil

Una aplicación móvil también abreviada “APP”, puede definirse como un software específicamente diseñado para correr en un dispositivo portátil como un Smartphone o una Tablet. Estas aplicaciones al momento de ser descargadas por el usuario, se ejecutan nativamente en el sistema operativo de los diferentes tipos de dispositivos, aprovechando las características que estos contienen. Ahora bien una aplicación móvil educativa es cualquier aplicación que tenga como intención principal promover el aprendizaje [6].

2.4 Modelos instruccionales

Los modelos instruccionales son guías o estrategias que utilizan los instructores en el proceso de la enseñanza. Constituyen el armazón procesal sobre el cual se produce la instrucción de forma sistémica, y fundamentada en teorías del aprendizaje [7]. Incorporan los elementos fundamentales del proceso de diseño instruccional, que incluye el análisis de los participantes, la ratificación de metas y objetivos, el diseño e implantación de estrategias y la evaluación. Este proceso puede resumirse en cinco fases generales, tal como se muestra en la Figura. 2.1



Fig. 2.1 Fases generales del Diseño Instruccional.

3. Metodología usada

La investigación realizada es del tipo no experimental cualitativa, la cual se nutre con los datos provenientes de la observación de la situación que se está presentando tal y como se está dando en su contexto natural [8]. Se utilizaron dos fuentes de investigaciones primarias y secundarias:

En las fuentes primarias, las técnicas más convenientes para este trabajo de investigación son: la entrevista y la encuesta en donde se entrevistó al profesor y se encuestó a los alumnos.

En las fuentes secundarias, para dar soporte teórico al proyecto de investigación se consultaron libros, internet, revistas, tesis, entre otras.

Haciendo énfasis a las herramientas antes mencionadas, se utilizó el modelo sistémico ADDIE, este es un modelo de diseño instruccional útil para modelar la arquitectura de los contenidos que contiene la aplicación móvil. Este modelo se compone de 5 etapas:

- En el Análisis se clarificó el problema, se identificarán las necesidades de los alumnos y su contexto, se seleccionan las soluciones y se define el objetivo de la instrucción.
- El Diseño tiene como propósito dividir el tema en sub-temas, se agrupan los sub-temas en módulos, se eligen los medios y los métodos. Se delinearán las características del producto en base a las necesidades de los individuos, determinando la teoría de aprendizaje que permitirá el desarrollo del producto, los objetivos de aprendizaje que se desean alcanzar y los elementos tecnológicos que determinarán el uso adecuado del producto.
- En el Desarrollo se especifican los contenidos que contribuyen al entrenamiento de la audiencia de estudio, los medios tecnológicos que se usarán y tecnología asociada a ellos.
- En la fase de Implementación el material es usado por la audiencia objeto en el ambiente real con la intención de verificar su funcionalidad.
- La Evaluación permitirá medir el éxito del material, haciendo una comparación entre el desempeño original de la población antes de someterse a entrenamiento y el desempeño posterior al mismo.

El proceso de investigación para este estudio se abordó desde un enfoque mixto, no obstante que se emplea la combinación de los enfoques cuantitativos y cualitativos, y respetando los métodos inherentes a cada enfoque, por una parte, mediante la encuesta y aplicación de un cuestionario se obtiene información objetiva de los estudiantes, para evaluar el grado en que una nueva estrategia didáctica de tipo tecnológica se incorpore al proceso educativo y favorezca el aprendizaje, y, por otra, se requiere profundizar en describir las vivencias y/o percepciones de los mismos, que pueda diferir del punto de vista del que investiga.

Para conocer el contexto del grupo objeto (audiencia) y sus necesidades, se procedió a la aplicación del instrumento de medición: el cuestionario, procesando los datos mediante hoja de cálculo Excel. Las ventajas que presenta la utilización del cuestionario, radica en la variada y rica información de los aspectos de interés; las opiniones son recogidas a partir de lo que se expresa por escrito, y posibilita la preparación y estructuración previa de las preguntas. El cuestionario aplicado, incluía veinte preguntas estructuradas claramente.

4 Resultados experimentales

Para conocer el contexto del grupo objeto (audiencia) y sus necesidades, se procedió a la aplicación del instrumento de cuestionario el cual nos permitió conocer su contexto y sus necesidades. De la población de estudio se considero una muestra que lo conforman 12 alumnos, de los cuales se analizaron 3 aspectos principales que son:

- El tiempo extra-clase que tienen disponible para la asignatura y los tipos de contenidos más usuales en la asignatura de Redes.
- Su disponibilidad de acceso a tecnologías de información, conectividad y las características de los equipos celulares a los tienen acceso.
- Sus preferencias de aprendizaje, con el fin de determinar si se inclinan hacia el uso de las tecnologías.

El 100 % de total de la población tiene acceso a un dispositivo móvil, de los cuales 84% cuenta con servicio de internet, a su vez el 60 % navega frecuentemente más de 6 horas en internet al día, el 22 % navega diariamente de 3 a 5 horas y el 18 % restante de navega de 1 a 2 horas al día. Así mismo, los resultados

manifiestan que el 100 % estiman que las herramientas móviles asociado con la lección y práctica, impartidas por el profesor al frente es una opción para reforzar su proceso de aprendizaje; y además el 95 % están dispuestos a aprovechar los medios tecnológicos para apoyar el aprendizaje.

El sistema Operativo que más posee el alumnado encuestado es el Android, correspondiente al 84%, seguido por el Windows móvil con el 8%, y por último el iOS con 8%.

Entre las aportaciones obtenidas para la comunidad estudiantil podemos destacar las siguientes:

Movilidad: El aprendizaje no está sujeto al espacio físico de la clase ni a las horas estrictas de la impartición de la materia.

Versatilidad: Como docentes podemos desarrollar tareas específicas para una asignatura.

Adaptabilidad: Se pueden crear y optimizar recursos, adaptando estas nuevas técnicas al proceso de enseñanza-aprendizaje, haciéndolo más visual, creativo, y participativo.

Interactividad: A través del uso de esta aplicación podemos hacer que nuestros alumnos pasen de ser estudiantes pasivos a estudiantes mucho más activos.

Los dispositivos móviles que se utilizaron para realizar la prueba de la aplicación fueron los siguientes:

- Samsung Galaxy S3.
- ZTE Blade L2.
- LG Zone.
- Samsung Grand Prime.
- LG G3.

En la Figura 4.1 se muestra la interfaz general de la aplicación, con la cual el usuario puede interactuar de manera amigable y de rápido acceso a la información, teniendo las opciones tales como: Cerrar menú, Física, Redes, Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad.



Fig. 4.1 Interfaz de la aplicación móvil.

5. Conclusiones y trabajos futuros de investigación

Considerando que el conocimiento no es un simple proceso de transmisión de datos y memorización, si no, que es un proceso de exploración e interacción individual y social [9], podemos decir que debe ser un medio que

apoye el proceso enseñanza– aprendizaje, para elevar la calidad de dicho proceso, cumplir la función como auxiliar didáctico adaptable a las características y necesidades de los alumnos, además de representar un eficaz recurso que motiva al alumno, inclinándolo su interés ante nuevos conocimientos e implementar un mayor dinamismo a las clases, enriqueciéndolas y elevando la calidad de la educación.

Con la elaboración de la aplicación se obtuvieron los resultados esperados, puesto que se detectó por medio de las pruebas que se realizaron y las evaluaciones que se obtuvieron, que el uso de la aplicación es adecuado y sencillo, cumpliendo con los requisitos necesarios para uso como un apoyo a la asignatura de Redes. Así mismo cabe señalar que la aplicación móvil puede ser descargada desde la plataforma Play Store sin costo alguno para los usuarios.

Existen algunas actividades que pudieran complementar la herramienta entre otras, por ejemplo agregar el registro de información básica de los alumnos, crear un módulo en donde se guarden los avances individuales de cada alumno para realizar una comparación de su avance académico y crear un blog donde los alumnos compartan sus avances en conocimientos y dando sugerencias y comentarios acerca de ello.

Referencias

- [1] Brunner, J. Educación y Escenarios de Futuro. Nuevas Tecnologías y Sociedad de la Transformación. Chile: Preal. (2000).
- [2] Cotton, J. Antecedentes históricos de la teoría del aprendizaje. Enciclopedia Internacional de la Educación. Barcelona: MEC y Vicens-Vives. (1989).
- [3] Escamilla, JG. Selección y uso de Tecnologías Educativas. México. Trillas. (2005).
- [4] Escamilla, J. Selección y uso de Tecnologías Educativas. México. Trillas. (1995).
- [5] Ausubel, P. Psicología educativa. México. Trillas. (1981).
- [6] Salz & Moranz . The Everything Guide to Mobile Apps: A Practical Guide to Affordable Mobile App Development for Your Business. Estados Unidos. Adams Media Corporation. 2013.
- [7] Cookson, Pedro S. (2003). Elementos de diseño instruccional para el aprendizaje significativo en la educación a Distancia. Hermosillo, México: Universidad para la paz. Recuperado el 26 de Noviembre de 2006 en <http://www.educadis.uson.mx/ftp/ELEMENTOS%20DE%20DISENO-230403.doc>
- [8] Hernández, R. Módulo Fundamentos del Desarrollo de la Tecnología Educativa (Bases sociopsicopedagógicas), ILCE, México. <http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/pdf/Lectura%201%20Teor%EDas.pdf>. Accedido el 22 de mayo de 2006.
- [9]. García, L. La Educación a Distancia, de la Teoría a la Práctica. México. Pearson. (2003).

Hacia un Sistema de Reconocimiento de Posturas para Personas con Trastorno de Espectro Autista

Cervantes Martínez Julio César ¹, Hernández Ledesma Gil ¹, Ortiz Olivera Ángel ¹, María de la Luz Palacios Villavicencio ² y Raúl Cruz Barbosa ¹

{ic2012020047, ic2010020210, ic2012020108}@ndikandi.utm.mx, {luzpavi, rcruz}@mixteco.utm.mx

¹ Instituto de Computación - Universidad Tecnológica de la Mixteca, Carretera Huajuapán-Acatlilma Km. 2.5, Huajuapán, Oaxaca, México

² Instituto de Diseño - Universidad Tecnológica de la Mixteca, Carretera Huajuapán-Acatlilma Km. 2.5, Huajuapán, Oaxaca, México

Resumen. En este artículo se presenta un sistema reconocedor de posturas para personas adultas que podrá ser adaptado como un sistema auxiliar para identificar el grado de imitación que tienen niños con Trastorno de Espectro Autista (TEA). El sistema trabaja con una base de imágenes de personas en ocho posturas distintas, con sendas siluetas, empleadas para crear un conjunto de datos de 17 características. Se utilizó un enfoque basado en clasificadores y se realizaron experimentos con el clasificador Bayesiano, Bayes ingenuo, K-vecinos más cercanos y máquinas de soporte vectorial (SVM), estas últimas fueron las que brindaron la mejor clasificación (91% de exactitud utilizando un subconjunto de 9 características seleccionadas por el radio discriminante de Fisher).

Keywords: Reconocimiento de posturas, Reconocimiento de patrones, Imitación, Lateralización, TEA.

1 Introducción

Uno de los mecanismos de aprendizaje de mayor relevancia durante la primera infancia es la imitación. Ésta consiste en la habilidad para igualar un modelo visual o auditivo reproduciendo una acción de modo idéntico a la forma en que la ejecuta un modelo [1]. La imitación forma parte de los registros iniciales que se pueden seguir de la conducta natural de un niño, incluso, desde la lactancia [2]. Se ha descrito que a partir de los 10 años, los niños pueden imitar con mayor precisión movimientos lateralizados [3]. Sin embargo, no ocurre lo mismo con niños con problemas en el neurodesarrollo como es el caso de los niños con TEA, debido a que su desarrollo regularmente es más lento y su capacidad de lateralización también se lentifica.

La conducta imitativa ha sido asociada con la participación de las neuronas espejo [4, 5] encargadas de codificar movimientos dirigidos a una meta mientras registran posturas, cambios en el rostro, en las extremidades o en todo el cuerpo ejecutadas por otra persona. En ese sentido, la consciencia que una persona tiene de su cuerpo en relación a su entorno adquiere gran relevancia debido a que esta incide en sus procesos de maduración, en la activación de funciones cognitivas e incluso en la comprensión emocional de otros a través de la identificación de los movimientos corporales [4].

Contar con un sistema de reconocimiento de la postura humana para analizar acciones que impliquen imitación lateralizada puede ser de gran utilidad para identificar el nivel de maduración de una persona. En este artículo se desarrollan las bases de un sistema de reconocimiento de posturas que posteriormente será adecuado como un sistema de entrenamiento para mejorar habilidades de imitación lateralizada de personas con necesidades educativas especiales (NEE), entre ellos los niños con TEA.

El reconocimiento de la postura humana es ampliamente estudiado en el área de visión computacional, el desarrollo de métodos para clasificar posturas se basa principalmente en la forma en la que se recupera la información de una persona en el ambiente.

El sistema planteado en este artículo (Fig. 1), se compone de 7 etapas ubicados en dos fases. La fase I consta de 5 etapas: 1) selección de personas, 2) captura de imágenes, 3) pre-procesamiento de las imágenes, 4) creación de conjuntos de datos, 5) reconocimiento de posturas con un modelo analítico convencional y por el enfoque de clasificadores para después compararlos. La fase II tiene 2 etapas: 6) reconocimiento de posturas en tiempo real y 7) propuestas de actividades de interacción.

Aquí, se desarrolló la fase I con adultos, se construyó un conjunto de datos de 17 características a partir de 168 siluetas obtenidas de imágenes que contenían adultos en 8 poses distintas. A este conjunto de datos se le aplicó

selección de características con el radio discriminante de Fisher (FDR) para obtener las más relevantes que produzcan el mayor rendimiento. En la etapa de reconocimiento de posturas se utilizaron los siguientes clasificadores: Bayes, Bayes ingenuo, SVM y K-vecinos más cercanos, esto con el propósito de comparar métodos sencillos y sofisticados para su posterior inserción en una aplicación de tiempo real.

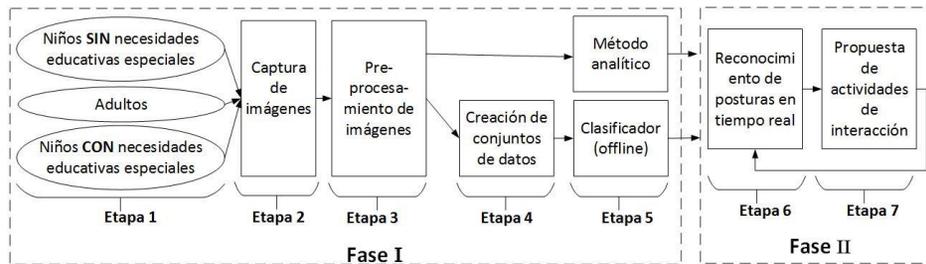


Fig. 1 Diagrama a bloques del sistema.

2 Estado del arte

2.1 Sistema de reconocimiento de posturas

Los sistemas de reconocimiento de posturas según [6], se dividen en dos categorías: aquellos basados en tecnología vestible (del inglés *wearable technology*) utilizando dispositivos con acelerómetros o giroscopios [7] y los basados en sistemas de visión computacional.

Modelos 2D como el sistema W4 [8], utilizan el esquema que ha regido el análisis de posturas en imágenes, reconociendo las partes principales del cuerpo. Posteriormente, surgió el sistema Ghost [9] el cuál analizaba la postura de la persona. En [6], proponen un sistema para la detección de cuatro tipos de posturas (encorvado, acostado, sentado y de pie). Esta aproximación se basa en la creación de regiones binarias a partir de la comparación de una imagen de referencia.

Existen trabajos que han utilizado un enfoque basado en clasificadores para la detección de posturas. En [10], los autores proponen un framework para solventar las deficiencias de Kinect de Microsoft en la clasificación de posturas con un clasificador de margen máximo. Otros clasificadores utilizados en este tipo de tarea, han sido el perceptron multicapa, maquinas de soporte vectorial y K-vecinos más cercanos, mediante los cuales se reconocieron posturas de conductores de automóviles [11].

2.2 El uso de la tecnología con niños con TEA

En la actualidad existen sistemas para el apoyo en la educación de estudiantes con condiciones especiales como el TEA, en los cuales se incentiva a que los usuarios cumplan con roles interactivos [12]. De acuerdo con [13] existen cuatro clases de estudio que se han realizado en la robótica aplicada a niños con TEA. 1. Centrado en la comparación del comportamiento de los niños cuando interactúan con un robot con características humanas, con un objeto o con una persona. 2. Programación de un robot para provocar respuestas de interacción social con los niños y estudio del comportamiento prosocial. 3. Interacciones que promueven la adquisición de nuevas habilidades. Y 4. Interacciones en las que el robot responde a las respuestas psicofisiológicas internas del niño brindando retroalimentación positiva con palabras o conductas de aceptación. En los cuatro casos, se encontró mayor aceptación de los niños hacia el robot que hacia las personas o a los objetos y se obtuvieron mejores resultados que los obtenidos con las personas como interlocutoras (para una revisión más extensa consultar [13]).

En otros estudios se ha explorado el uso de sistemas de realidad virtual en esta área, pero en su mayoría provocaban malestares como náusea, dolores de cabeza o mareos en las personas que los utilizan [14]. En un estudio desarrollado por [15] exploraron una métrica de similitud entre la postura humana y la postura de un robot humanoide empleando un Kinect. En [16] proponen el uso de un robot para incentivar los comportamientos sociales proactivos en niños con autismo.

3 Metodología

El sistema propuesto parte de la captura de imágenes con calidad de fotografía VGA, en donde el objeto centrado en la toma de la imagen es una persona y siempre es el de mayor área, este enfoque difiere al de otros sistemas que necesitan extracción de secuencias de video.

3.1 Procesamiento de imágenes para la extracción de siluetas

La secuencia de la Fig. 2 muestra el proceso de extracción de la silueta de la persona. En la imagen (a) se muestra la imagen original, en (b) se muestra la binarización de la imagen, en (c) se muestra la aplicación de un filtro de mediana para la eliminación de detalles irrelevantes. En (c) se usaron operaciones morfológicas de cerradura y apertura usando el elemento estructurante de diamante de tamaño 19 para conectar algunas partes del cuerpo. En (d) se etiqueta a cada objeto aplicando una operación de cierre, luego se extrae el objeto con la mayor cantidad de píxeles (e).

Para realizar una recuperación de las partes del cuerpo, se concibió la siguiente idea: dado que los brazos representan las extremidades a los costados del cuerpo, la posición de cada mano se encuentra cerca de estos, esto sugiere que el píxel más a la derecha y el más a la izquierda corresponden a un punto cercano de la posición real de las manos.

La recuperación de la posición de la cabeza se obtiene de ubicar el punto más alto sobre el torso de la persona, observe que en la Fig. 3 el área rectangular representa la zona de búsqueda de tal posición, para ubicar dicha área se debe promediar la zona en el eje X donde se ubican más píxeles (torso del cuerpo).

La recuperación de la parte baja del cuerpo busca únicamente el píxel con coordenada Y más baja de la silueta. Para cada uno de estos puntos se recuperan sus coordenadas en 2 dimensiones. En la Fig. 4 se muestra la silueta junto con las zonas de detección de dichos puntos.

3.2 Construcción del conjunto de datos

Se construyó un conjunto de datos con 168 siluetas. Las siluetas fueron generadas a partir de 84 imágenes tomadas a 10 adultos (estudiantes de la Universidad Tecnológica de la Mixteca) en el Laboratorio de Edición de Video de la institución mencionada. Las restantes 84 imágenes del conjunto de datos fue agregada mediante la creación de muestras virtuales de las originales (imágenes espejo). Se les solicitó a los adultos que realizaran 8 posturas distintas las cuales se muestran en la Fig. 5.

Se obtuvieron 17 características a partir de las siluetas: coordenada en eje x de la mano derecha, coordenada en eje y de la mano derecha, coordenada en eje x de la mano izquierda, coordenada en eje y de la mano izquierda, coordenada en eje x de la cabeza, coordenada en eje y de la cabeza, ángulo entre la mano derecha y la izquierda, ángulo cabeza-mano derecha, ángulo cabeza-mano izquierda, perímetro, distancia entre manos, rectangularidad y 5 descriptores de la distancia radial normalizada (media, desviación estándar, cruces por cero, índice de área e índice de rugosidad).

Se formaron 8 clases: Manos en T– Clase 1, Mano derecha levantada al lado derecho – Clase 2, Mano izquierda levantada al lado izquierdo – Clase 3, Manos pegadas al cuerpo – Clase 4, Mano derecha levantada hacia el frente – Clase 5, Mano izquierda levantada hacia el frente – Clase 6, Ambas manos hacia el frente – Clase 7 y Ambas manos hacia arriba – Clase 8 (ver Fig. 5).

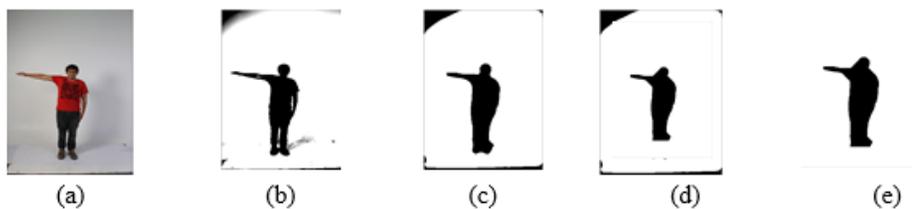


Fig. 2. Procedimiento para la extracción de la silueta de la persona.



Fig. 3 Recuperación de la posición de la cabeza.

Fig. 4 Detección de puntos en la imagen.

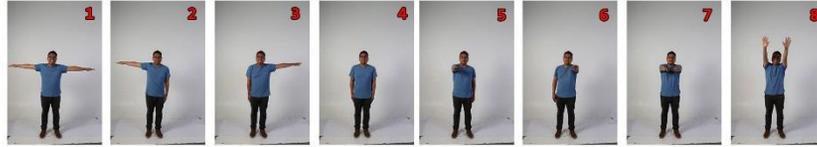


Fig. 5 Posturas incluidas en el conjunto de datos.

3.3 Experimentos de clasificación

Se retiraron los datos atípicos del conjunto de datos, de esta forma se intentó mejorar la calidad de los datos. Se aplicó el Radio Discriminante de Fisher (FDR) al conjunto de datos original y se formaron 16 conjuntos de tamaño $l=1 \dots 16$, respectivamente que estaban compuestos de las l mejores características de acuerdo al FDR. El objetivo de lo anterior es conocer cuáles son las características más relevantes que guían a un mayor rendimiento comparado al proporcionado por el conjunto original de 17 características. Por esa misma razón no se utilizó ningún método de extracción de características como PCA.

Se realizaron experimentos de clasificación con los 16 conjuntos de datos del paso anterior y 4 clasificadores: Bayes ingenuo, Bayes, Knn y SVM. Para los experimentos se utilizó la suite de machine learning Weka (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*). En los experimentos con Knn se utilizó un $K = 1 \dots 10$. En el caso de las SVM se utilizó un kernel Gaussiano realizando una búsqueda de sus parámetros C y γ en los rangos $[1,16]$ y $[10^{-5},10^5]$, respectivamente. Como método de validación se ocupó *Leave-one-out cross-validation (LOOCV)*.

4 Resultados experimentales

En esta sección se muestran los mejores desempeños de los clasificadores en términos de la *exactitud de clasificación* para los conjuntos de datos formados por el FDR descritos en la sección anterior. La Tabla 1 muestra los resultados de los experimentos.

Clasificador	Exactitud	# Variables
SVM	91	9
Knn	90.3	5
Bayes	90.3	7
Bayes ingenuo	83.9	7

Tabla 1. Desempeño de los clasificadores en términos de la *exactitud de clasificación* para conjuntos de datos formados con FDR.

		Clase predicha							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Clase real	1	18	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	20	0	1	0	3	0	0
	3	0	0	20	1	4	0	0	0
	4	0	0	0	21	0	1	0	0
	5	0	0	0	0	14	0	1	0
	6	0	0	0	0	0	15	0	0
	7	0	0	0	0	1	1	18	0
	8	0	0	0	0	0	0	1	15

Tabla 2. Matriz de confusión de experimento clasificando con SVM.

		Clase predicha							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Clase real	1	18	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	20	0	1	0	3	0	0
	3	0	0	20	1	4	0	0	0
	4	0	0	0	21	0	1	0	0
	5	0	0	0	0	15	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	15	0	0
	7	0	0	1	0	0	1	18	0
	8	0	0	0	1	0	1	1	13

Tabla 3. Matriz de confusión de experimento clasificando con Knn.

Las diez mejores características según el FDR fueron: 1ª) la rectangularidad, 2ª) el ángulo entre la mano derecha y la izquierda, 3ª) la coordenada en eje y de la mano izquierda, 4ª) la coordenada en eje y de la mano derecha, 5ª) la coordenada en eje x de la mano izquierda, 6ª) la distancia entre manos, 7ª) la media (distancia radial normalizada), 8ª) el perímetro, 9ª) el ángulo cabeza-mano izquierda y 10ª) la coordenada en eje x de la cabeza. La mejor exactitud obtenida fue el de la SVM (Tabla 2), los parámetros que maximizaron este valor fueron $C = 7.0$, $\gamma = 1.0$ y el conjunto de datos con las 9 mejores características según el FDR.

Con las matrices de confusión que se presentan en las tablas 2 y 3 se observa claramente que los clasificadores tienden a confundir la clase 2 (postura con la mano derecha levantada a la derecha) con la clase 6 (postura con la mano izquierda al frente) y la clase 3 (postura con la mano izquierda levantada a la izquierda) con la clase 5 (postura con la mano derecha al frente).

	Knn (Elem.1)	Knn (Elem.2)	Knn (Elem.3)	Bayes ingenuo (Elem.1)	Bayes ingenuo (Elem.2)	Bayes ingenuo (Elem.3)
Clase 2	0.89	0.92	2.54	2.40	1.43	2.92
Clase 6	1.30	1.89	0.80	1.55	1.89	0.81

Tabla 4. Distancia euclidiana entre los elementos mal clasificados de la clase 2 y la media de la clase 2 y la media de la clase 6.

Analizando los elementos clasificados erróneamente de la clase 2 y la clase 3 con los mejores subconjuntos de 5 características para el clasificador Knn y de 7 características para el clasificador Bayes ingenuo (que brindó la peor exactitud) dadas por el FDR, encontramos que las características de esos elementos se alejan demasiado de la media de su clase y están cerca de la media de la clase en la cual fueron clasificados erróneamente. En la Tabla 4 se muestran las distancias euclidianas de los 3 elementos mal clasificados de la clase 2 por Knn y por Bayes ingenuo con la media de la clase 2 y la media de la clase 6.

Concluimos que estos elementos son clasificados erróneamente debido a sus características, que hacen que estos elementos estén alejados del centro de su clase y estén cerca de la clase en la cual fueron clasificados erróneamente.

Resultados experimentales usando un modelo analítico

Además del uso de clasificadores, fue usado un modelo analítico, donde el reconocimiento se basa en una combinación de condiciones. Se utiliza un umbral de características dependientes (i.e. relacionar características para determinar las diferentes posturas). Para este caso, el umbral proporcionado por las características angulares (ángulos mano-cabeza y entre manos) fue el factor diferenciable entre posturas. Este enfoque fue aplicado en un principio con niños sin necesidades educativas especiales, posteriormente se adaptó para que funcionara con adultos, obteniendo una efectividad de 82.2%, fallando en el reconocimiento de 28 siluetas.

5 Conclusiones y trabajo futuro

Este trabajo aborda el problema de reconocimiento de posturas con dos enfoques: a través de un método analítico, el cual fue implementado en un principio con niños sin necesidades educativas especiales, posteriormente se modificó su codificación para que este funcionara con adultos adaptándolo a sus proporciones. Por otro lado, para un segundo enfoque basado en clasificadores solo es necesario entrenar nuevamente al clasificador, con las características extraídas de las siluetas, el cual intrínsecamente detecta los cambios en las proporciones de los individuos de las imágenes. Este trabajo se ampliará para que reconozca las posturas de niños con TEA, donde se contempla la creación de un nuevo conjunto de datos y la aplicación de técnicas para mejorar la exactitud, así como la implementación de una herramienta en tiempo real que integrará actividades de interacción para niños con necesidades educativas especiales.

Referencias

- [1] J. M. Sattler, J. M. y R. D. Hoge, "Evaluación infantil. Aplicaciones conductuales, sociales y clínicas" México: Manual Moderno, pp 223-575, 2008.
- [2] S. Caspers, K. Zilles, A. Laird, and S. B. Eickhoff, "ALE meta-analysis of action observation and imitation in the human brain" *NeuroImage* 50 pp. 1148-1167, 2010.
- [3] D. Bricker, "AEPS: Sistema de evaluación, valoración y planeamiento de programas para infantes y preescolares" Vol. 1. México: Manual Moderno, pp. 155-157, 1998.
- [4] S. Wapner and L. Cirillo "Imitation of a model's hand movements: age changes in transposition of left-right relations" *Child development*. 39, pp. 887-894, 1968.
- [5] G. Rizzolatti and C. Sinigaglia, "The mirror mechanism: a basic principle of brain function" *Nature Reviews Neuroscience*, Vol 17, pp. 757-765, December 2016.
- [6] B. Boulay, F. Brémond, and M. Thonnat, "Applying 3d human model in a posture recognition system," *Pattern Recognition Letters*, Special Issue on vision for Crime vol. 27, no. 15, pp. 1788 - 1796, 2006.
- [7] J. Chen, J. Qiu, and C. Ahn, "Construction worker's awkward posture recognition through supervised motion tensor decomposition," *Automation in Construction*, vol. 77, pp. 67 - 81, 2017.

- [8] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. S. Davis, "W4: Real-time surveillance of people and their activities," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, pp. 809-830, 2000.
- [9] | I. Haritaoglu, "Ghost: A human body part labeling system using silhouettes," in *Pattern Recognition, 1998. Proceedings. Fourteenth International Conference on*, vol. 1. IEEE, pp. 77-82, 1998.
- [10] E. S. Ho, J. C. Chan, D. C. Chan, H. P. Shum, Y. ming Cheung, and P. C. Yuen, "Improving posture classification accuracy for depth sensor-based human activity monitoring in smart environments", *Computer Vision and Image Understanding*, Special issue on Assistive Computer Vision and Robotics – Assistive Solutions for Mobility, Communication and HMI, vol. 148, pp. 97 - 110, 2016.
- [11] C. Zhao, Y. Gao, J. He, and J. Lian, "Recognition of driving postures by multiwavelet transform and multilayer perceptron classifier," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 25, no. 8, pp. 1677 - 1686, 2012.
- [12] G. F. M. Silva, A. Raposo, and M. Suplino, "Par: A collaborative game for multitouch tabletop to support social interaction of users with autism," *Procedia Computer Science*, vol. 27, pp. 84-93, 2014.
- [13] S. Boucenna, A. Anzalone, E. Tilmont, D. Cohen and M. Chetouani, Learning of Social Signatures Through Imitation Game Between a Robot and Human Partner. *IEEE Transactions on autonomus mental development*. Vol. 6 No. 3 , pp. 213-225, September 2014.
- [14] M. K. Holden, "Virtual environments for motor rehabilitation: review," *Cyberpsychology & behavior*, vol. 8, no. 3, pp. 187-211, 2005.
- [15] J. Lei, M. Song, Z. Li and C. Chen, Whole-body humanoid robot imitation with pose similarity evaluation. *Signal processing* 108, pp. 136-146, 2015.
- [16] K. Dautenhahn and A. Billard, "Games Children with Autism Can Play with Robota, a Humanoid Robotic Doll". Book Chapter in *Universal Access and Assistive Technology*, Springer, 2002.

Estudio de las Aplicaciones para Reducir el Desperdicio de Alimento

Áreas de conocimiento: Responsabilidad social, Innovación en TIC

César A. Cruzado-Morales¹, Daniela V. Pérez-Ramón¹, Rafael Martínez-Peláez¹, and Leobardo A. Ceja-Bravo²

¹ Facultad de Tecnologías de Información, Universidad de la Salle Bajío
Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, León, Guanajuato, 37150. México
{ccm61025, dpr58732}@udelasalle.mx, rmpartinezp@delasalle.edu.mx

² Facultad de Diseño, Universidad de la Salle Bajío
Av. Universidad 602, Col. Lomas del Campestre, León, Guanajuato, 37150. México
laceja@delasalle.edu.mx

Resumen. El desperdicio de alimento se puede definir como el conjunto de alimentos que siendo aptos para consumo humano terminan en la basura. De acuerdo a cifras de la FAO, en México se desperdicia el 37% de la producción, equivalente a 10 millones de toneladas al año. Como soluciones al problema, se han desarrollado proyectos en Europa (*OLIO*, *Last Minute Sotto Casa*, *Wefood*), Estados Unidos de América (*Rescuing Leftover Cuisine* y *Save the Food*) y México (Asociación Mexicana de Banco de Alimentos) donde cada proyecto tiene un modelo único de negocio y hace uso de herramientas tecnológicas específicas para alcanzar sus objetivos. En este artículo, se realiza un estudio de las tecnologías utilizadas en cada iniciativa para conocer su impacto.

Palabras claves: consumidores, desperdicio de alimentos, sistemas web, sitios de redes sociales, TIC.

Abstract. Food Waste can be defined as any food that is still appropriate for human consumption but is discarded regardless. According to numbers provided by FAO, in México, 37% of food production is wasted, which is equal to 10 million tons yearly. As a solution, projects have been developed in Europe (*OLIO*, *Last Minute Sotto Casa*, *Wefood*), United States of America (*Rescuing Leftover Cuisine* y *Save the Food*), Mexico (Asociación Mexicana de Banco de Alimentos) where each project has a business model and uses specific technological tools to achieve its objectives. In this article, a study of the technologies used in each initiative is made to know its impact.

Keywords: consumers, food wastage, web systems, social network sites, ITC.

1 Introducción

El desarrollo de tecnología tiene como finalidad mejorar la calidad de vida de las personas. En este sentido, la tecnología que ha revolucionado la generación de conocimiento en los últimos años es Internet. A partir de la creación de la red de redes, se han impulsado diversas iniciativas en diferentes ámbitos, tales como: académicos, económicos, salud, seguridad, y sociales, consiguiendo importantes avances. Además, se han creado nuevas herramientas tecnológicas, tales como dispositivos móviles, aplicaciones móviles, sitios de redes sociales, entre otras más, que contribuyen a conseguir las metas de cada iniciativa.

En consecuencia, las iniciativas se pueden beneficiar de las herramientas tecnológicas e Internet para alcanzar las metas planteadas, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas a través de resolver diversos problemas [1].

En este artículo, los autores se centran en identificar las iniciativas sociales que buscan reducir el desperdicio de alimento a través de su redistribución al sector de la población que lo requiera. Para comprender el tema de redistribución de alimento y reducir su desperdicio, se requiere conocer el contexto social [2], [3].

Inicialmente, se debe comprender el concepto de inseguridad alimentaria que, hace referencia a la incapacidad de una persona para acceder a una nutrición adecuada ya sea por escasez física de los alimentos, mala calidad de estos o porque su capacidad económica no es la suficiente para adquirir productos de la canasta básica [4], [5]. De acuerdo con la FAO [6] y SEDESOL [7], en México hay 7.4 millones de personas subnutridas; es decir que, su consumo de alimentos y requerimientos energéticos de acuerdo a su grupo poblacional se encontró por debajo de los estándares establecidos, lo que equivale al 5% de la población total.

Además, este problema tiene los siguientes costos [6], [7]: a) costos directos por tratar los daños que causa; b) costos indirectos, a través de productividad e ingresos; y c) costos de prevenir y eliminar la desnutrición. Como resultado, los costos directos se estiman en 100 mil millones de pesos al año, mientras que los costos indirectos representan entre el 5% y 10% del PIB en el país.

El hecho de que una parte de la población no tenga acceso a una alimentación básica es contrastante con el desperdicio de alimentos, el cual es otro problema relacionado con la distribución alimentaria y que afecta en las siguientes esferas de la población [7], [8]:

1. social: hoy en día hay 900 millones de personas hambrientas en el mundo y 1000 millones de personas sobrealimentadas. De acuerdo a las actuales pautas de producción y consumo, será necesario que la producción mundial de alimentos de incremento en un 60% para satisfacer las necesidades alimentarias de la población en el año 2050;
2. economía: el costo del despilfarro de alimentos, con base en los costos del 2009 al productor, es de 750 mil millones de dólares estadounidenses, equivalentes al PIB de Turquía o Suiza de 2011;
3. medio ambiente: si se tomara en cuenta a la agricultura como un país, por las emisiones de CO2 y uso de recursos naturales que representa se encontraría en la tercera posición de los más contaminados, solo después de E.U y China; y
4. gobernanza: los alimentos que se pierden desde la cosecha hasta el consumidor final representan una presión indebida sobre los recursos naturales de un espacio geopolítico, lo que puede generar conflictos relacionados con la invasión de territorio en busca de estos.

2 Soluciones para reducir el desperdicio de alimentos

En esta sección, se describen seis soluciones que buscan reducir el desperdicio de alimentos y llevarlo a las personas que lo requieren, contribuyendo a disminuir la inseguridad alimentaria.

Rescuing Leftover Cuisine es una organización sin fines de lucro que opera en 12 ciudades de Estados Unidos de América y que busca prevenir el desperdicio de comida en buen estado. La solución de la organización es combatir los problemas del hambre y desperdicio de alimentos de la siguiente manera [9]: aprovechar la tecnología para facilitar la identificación y el manejo del exceso de alimentos, permitiendo a los proveedores donarlos. La aplicación Web se utiliza para involucrar a los miembros de la comunidad, y son los voluntarios los encargados de redistribuir el alimento.

En la Fig. 1, se muestra el diagrama secuencial del proceso de donación de alimentos. En base a la página Web de *Rescuing Leftover Cuisine*, los voluntarios son los encargados de recolectar el alimento que los colaboradores desean donar. Además, se puede donar dinero a través del uso de una tarjeta de crédito.

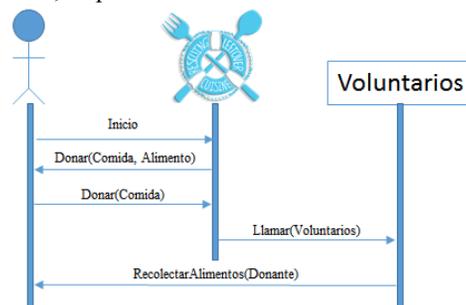


Fig. 1. Diagrama secuencial del proceso de donación de alimento en *Rescuing Leftover Cuisine*.

OLIO es un proyecto ubicado en Inglaterra que a través de una aplicación móvil y una página Web busca construir un futuro más sostenible para las futuras generaciones [10]. En su sitio de Internet, se encuentra disponible la aplicación móvil en sistema operativo iOS y Android para conectar a vecinos con vecinos y vecinos con negocios locales con la intención de compartir excedentes de alimentos y productos no perecederos.

Los usuarios se deben registrar en la aplicación móvil para donar o recibir donaciones. El usuario que desea donar un producto debe agregar una foto, descripción, hora, y lugar para que puedan pasar a recogerlo. A partir de ese punto, se genera un repositorio de productos que se encuentran disponibles para los miembros de la comunidad de Olio.

En la Fig. 2, se muestra el diagrama secuencial del proceso de donación de productos. La aplicación móvil de Olio permite a los usuarios que tienen un producto que donar ponerlo a disposición de usuarios que requieren dicho producto. Cabe mencionar que, los usuarios que donan productos pueden ser comerciantes, restauranteros o ciudadanos; mientras que, los usuarios que pueden acceder al producto es aquel ciudadano que lo utilizará. La aplicación es un puente entre el donador y el donatario, permitiendo una conexión personal.

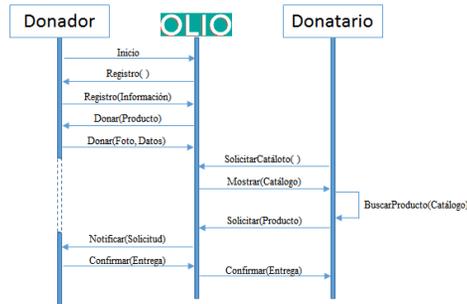


Fig. 2. Diagrama secuencial del proceso de donación de alimento en *OLIO*.

Last Minute Sotto Casa es una iniciativa que surgió en Italia buscando reducir el desperdicio de alimentos a través de la venta de producto con descuento [11]. La aplicación móvil, desarrollada para sistema operativo iOS y Android, permite a los comerciantes ofertar sus productos con algún descuento para reducir pérdidas económicas y desperdicio de alimento, impulsando las ventas del comerciante. El usuario recibe una notificación cuando un comerciante coloca un producto en descuento, beneficiando al que menos tiene. La página Web es utilizada como medio de información y permite a los comerciantes inscribirse a la comunidad.

En la Fig. 3, se muestra el diagrama secuencial del proceso de venta de alimentos con descuento. La aplicación móvil de *Last Minute Sotto Casa* permite a los comerciantes que tienen excedente de alimento o productos que desean vender, ponerlo a disposición de clientes con descuento. La aplicación hace llegar una notificación al cliente para informarle sobre la oferta.

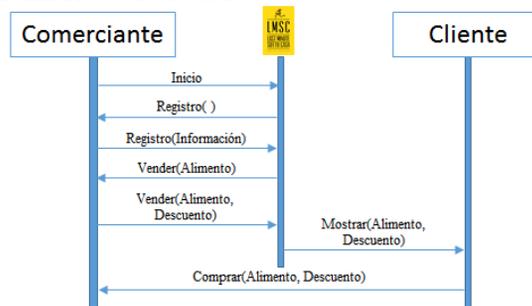


Fig. 3. Diagrama secuencial del proceso de venta de alimento en *Last Minute Sotto Casa*.

WeFood es una iniciativa que surgió en Dinamarca buscando recolectar y vender productos cerca de caducar con un descuento del 30% al 50% [12]. La iniciativa no cuenta con aplicación móvil y la página Web permite reclutar voluntarios para colaborar en las tiendas o para transportar los productos a la tienda.

Save the Food es una iniciativa que surgió en Estados Unidos de América y cuya principal función es crear conciencia sobre el desperdicio de alimento a través de la difusión de datos estadísticos y su impacto al medio ambiente [13]. La página Web ofrece de manera atractiva las causas y consecuencias del desperdicio de alimentos.

Asociación Mexicana del Banco de Alimentos es una iniciativa que se dedica a la redistribución de alimento para contribuir a mejorar su alimentación [14]. La página Web muestra información sobre la iniciativa, imágenes de los patrocinadores, y evidencias de la entrega de alimento.

3 Metodología

Una vez identificado las seis iniciativas descritas en la sección anterior, se procedió a realizar un análisis de las soluciones desde la perspectiva de las herramientas tecnológicas utilizadas en el desarrollo de las aplicaciones Web y móvil. Para lo cual, se utilizaron los siguientes criterios:

1. tecnologías utilizadas en el desarrollo de la página Web para identificar al desarrollo más completo;
2. si cuentan o no con aplicación móvil debido a que gran parte de la población mundial utiliza un smartphone para comunicarse; y
3. su presencia en diferentes redes sociales para conocer su impacto en relación con la promoción de la iniciativa.

A partir de los criterios definidos, se procedió a identificar las tecnologías utilizadas por medio de la página <https://builtwith.com/>, que genera un perfil tecnológico de la página Web y la clasifica en: servidor Web, proveedores de servidores de nombres, proveedores de hosting, proveedores de certificados SSL, sistema de

gestión de contenidos, librerías Java, medios de audio/video, consulta de medios CSS, e información del servidor. Para conocer las aplicaciones móviles relacionadas con cada iniciativa, se procedió a buscar las apps en los repositorios “play store” y “App store”. Finalmente, se procedió a utilizar el buscador de los diferentes sitios de redes sociales para localizar las cuentas y conocer el perfil. Una vez identificadas las cuentas, se consideró como referentes el número de seguidores. Cabe mencionar que, la información del Banco de Alimentos es de la sucursal ubicada en la ciudad de León.

4 Resultados

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos del análisis de tecnologías utilizadas en el desarrollo de las soluciones.

La Tabla 1 resume las principales características tecnológicas implementadas en las páginas Web de las iniciativas. Es importante mencionar que, éstas son utilizadas para brindar información al público en general con cifras sobre el desperdicio de alimentos, consejos para conservarlo, historia de la iniciativa, reclutamiento de voluntarios, y donación de alimento o económica.

A partir de la información presentada en la Tabla 1, se identifica que dos iniciativas utilizan software libre (Apache) como servidor Web. También se identifica que la tendencia para software de paga es nginx, superando a la plataforma de Microsoft.

En cuanto al tema de seguridad Web, tres páginas Web utilizan certificados digitales versión 3, que sirve para proteger la información transmitida entre el usuario y el servidor Web. PHP es uno de los lenguajes de programación más populares, y se corrobora en la Tabla 1. El uso de las librerías JavaScript es evidente en cada página Web y se mantiene como tendencia. En estos casos, jQuery es predominante en diferentes versiones y funciones.

Tecnología	Rescuing Leftover Cuisine	OLIO	Last Minute Sotto Casa	WeFood	Save the Food	Banco de Alimentos
Web server	Cowboy	nginx	Apache	Apache	IIS 7	nginx
Hosting providers	GoDaddy	Rackspace	Aruba	NetGroup	123.Net	Hosting León
Nameserver providers	GoDaddy DNS	Amazon Route 53	Aruba DNS	GratisDNS	GoDaddy DNS	Site5 DNS
SSL Certificates	GoDaddy SSL	GeoTrust	-	LetsEncrypt	-	-
Frameworks	Ruby on Rails Token Ruby on Rails Heroku Proxy	PHP	CakePHP, PHP	-	Express	-
JavaScript Libraries	jQuery, Moment JS, Modernizr, HTML5, yepnope	jQuery, Modernizr, Facebook SDK, HTML5, yepnope	jQuery, Twitter Platform, Facebook SDK, HTML5, yepnope, Retina JS	jQuery	Facebook SDK	jQuery, MooTools, HTML5
Content Delivery Network	AJAX, OSS CDN	Amazon S3	GStatic Google Static Content	CDN JS	jsDelivr	AJAX

Tabla 2. Comparación entre tecnologías.

En la Tabla 2, se presentan las iniciativas que han decidido desarrollar una aplicación móvil para incrementar su impacto en la sociedad. Cabe mencionar que, las dos iniciativas que han decidido invertir en una aplicación móvil han orientado el desarrollo hacia los dos sistemas más importantes del momento, Android e iOS. Además, se presenta la percepción de los usuarios sobre la calidad de la aplicación. En este sentido, las calificaciones otorgada por los usuarios, en ambos casos, es buena y muy similar.

Tecnologías móviles	Concepto	OLIO	Last Minute Sotto Casa
Android	Instalaciones	>50K <100K	>10K <50K
	Actualizada	15 de diciembre de 2016	19 de mayo de 2016
	Versión requerida de sistema operativo	>= Android 4.1	>= Android 3.0
	Versión actual	1.16.1	1.32
	Calificación de los usuarios	3.7 de 5	3.6 de 5
iOS	Actualizada	16 de diciembre de 2016	26 de mayo de 2016
	Versión requerida de sistema operativo	>= iOS 7.0	>= iOS 7.0
	Versión actual	1.16.1	1.0.6

	Calificación de los usuarios	4+	4+
--	------------------------------	----	----

Tabla 2. Comparación del uso de tecnologías móvil.

En la Tabla 3, se muestra el impacto que tienen las iniciativas en los sitios de redes sociales. Como era de esperarse, la mayoría de las iniciativas cuentan con presencia en los sitios de red social más populares en el mundo. Es evidente que la iniciativa *Last Minute Sotto Casa* es la que tiene mayores seguidores y con mayor impacto en Facebook, al contar con 39,801 me gusta, seguido de la iniciativa *Save the Food* con 18,243 me gusta, y en tercer sitio se encuentra la iniciativa *OLIO* con 15,146 me gusta.

En cuanto al sitio de red social Twitter, la iniciativa más popular es *Last Minute Sotto Casa* con 9,957 seguidores y 1,059 tweets, seguido de la iniciativa *OLIO* con 5,538 seguidores y 5,142 tweets, y en tercer sitio se encuentra la iniciativa *Save the Food* con 1,614 seguidores y 1,034 tweets.

Es evidente que, las iniciativas europeas y de estados unidos hacen mayor uso de los sitios de red social para promocionar sus actividades y reducir el desperdicio de alimento.

Sitio de red social	Rescuing Leftover Cuisine	OLIO	Last Minute Sotto Casa	Save the Food	Banco de Alimentos
Facebook	@RescuingLeftoverCuisine 4,902 me gusta	@olioex 15,146 me gusta	@lastminutesottocasa 39,801 me gusta	@savethefoodcom 18,243 me gusta	@bancodealimentosleon 4 me gusta
Twitter	@RescuingCuisine 924 seguidores y 1,328 tweets	@OLIO_ex 5,538 seguidores y 5,142 tweets	@LM_SottoCasa 9,957 seguidores y 1,059 tweets	@SaveTheFood 1,614 seguidores y 1,034 tweets	-
Instagram	@rescuingleftovercuisine65 2 seguidores y 134 publicaciones	@olio_ex 1,076 seguidores y 387 publicaciones	@lastminutesottocasa 441 seguidores y 89 publicaciones	@savethefood 1669 seguidores y 165 publicaciones	-
Youtube	24 suscriptores y 11 videos	0 suscriptores y 18 videos	24 suscriptores y 24 videos	-	-

Tabla 3. Comparación del impacto en redes sociales.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Se han descrito seis iniciativas que buscan reducir el desperdicio de alimento a través del desarrollo de sitios Web, aplicaciones móviles y uso de sitios de redes sociales. Tres iniciativas se encuentran en Europa, dos iniciativas en Estados Unidos de América, y una iniciativa en México. A partir del estudio de las seis iniciativas, se obtiene la siguiente información.

Los desarrollos de sitios Web utilizan tecnología de tendencia y hacen uso de herramientas libres, permitiendo un desarrollo de bajo costo. Se evidencia que, los lenguajes de programación PHP, jQuery, JAVA, AJAX, y HTML5 siguen presentes para futuros profesionales en el desarrollo Web. Como tendencia se detecta que yepnope, Amazon S3 y los servicios de google static son de gran interés para el desarrollo Web.

También se ha detectado que los sitios Web que solicitan y almacenan información de voluntarios o reciben donaciones hacen uso de certificados digitales para proteger los datos transmitidos a través de la red de redes. Se corrobora la importancia de los certificados digitales, debido a las propiedades de seguridad que ofrecen, para incrementar la presencia de un sitio Web en la red.

Se considera relevante identificar que solo dos iniciativas han desarrollado una aplicación móvil para acercarse a usuarios y voluntarios; así como, para promover su iniciativa para reducir el desperdicio de alimento. Sin embargo, las dos iniciativas que tienen aplicaciones móviles han utilizado los sistemas operativos más populares entre la población mundial.

En cuanto al uso de los sitios de redes sociales, las iniciativas extranjeras tienen amplia presencia en los cuatro sitios de red social más populares, evidenciando su uso y presencia entre la población. Por el contrario, la iniciativa mexicana tiene una presencia muy débil en los sitios de redes sociales, dejando claro que aún no se ve potencial a los sitios de redes sociales como medio de difusión entre la población.

Resolver los problemas del desperdicio de alimento e inseguridad alimentaria son temas de varias agendas de gobiernos y organizaciones globales pero las iniciativas promovidas por la academia, gobierno y sector privado son escasas en México y América Latina, abriendo una puerta al desarrollo de aplicaciones tecnológicas enfocadas a resolver el problema.

Agradecimientos

Se agradece a los revisores que contribuyeron a mejorar la calidad del presente artículo. También se agradece a las autoridades de la Universidad De La Salle Bajío por su apoyo en la realización del proyecto GiVU. Especial agradecimiento a los compañeros del proyecto GiVU que aportaron conocimiento desde sus áreas del conocimiento.

Referencias

- [1] E. E. Salas Zambrano, O. Gregorio López y L. Lara Cova, «Impacto de las TIC, iniciativas y recursos tecnológicos venezolanos,» Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos, n° 213, pp. 91-98, 2006.
- [2] L. González Vaqué, «El insostenible desperdicio de alimentos: ¿qué podemos hacer los consumidores?,» Revista CESCO de Derecho de Consumo, n° 14, pp. 203-216, 2015.
- [3] N. Basso, M. Brkic, C. Moreno, P. Pouiller y A. Romero, «Valoremos los alimentos, evitemos pérdidas y desperdicios,» Dieta, vol. 34, n° 155, pp. 25-32, 2016.
- [4] CONEVAL, Estructura y alcance de los instrumentos de evaluación de la cruzada nacional contra el hambre 2013-2019, Distrito Federal: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, 2014.
- [5] FAO, Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en México 2012, FAO, 2013.
- [6] FAO, «El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo,» Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, 2015.
- [7] SEDESOL, «Se desperdicia más de diez mil toneladas de alimentos cada año en México,» Secretaría del Desarrollo Social, Distrito Federal, 2013.
- [8] CEPAL, FAO, WFP, Hambre y cohesión social: cómo revertir la relación entre inequidad y desnutrición, Cohesión Social, 2015.
- [9] Rescuing Leftover Cuisine, «Rescuing Leftover Cuisine,» [En línea]. Available: <https://www.rescuingleftovercuisine.org/>. [Último acceso: 1 3 2017].
- [10] OLIO, «OLIO,» [En línea]. Available: <https://olioex.com/>. [Último acceso: 1 8 2016].
- [11] Last Minute Sotto Casa, «Last Minute Sotto Casa,» [En línea]. Available: <http://www.lastminutesottocasa.it/>. [Último acceso: 1 3 2017].
- [12] DCA actalliance, «WeFood,» [En línea]. Available: <https://donate.danchurchaid.org/wefood>. [Último acceso: 1 8 2016].
- [13] Save the food, «SAVETHEFOOD.COM,» [En línea]. Available: <https://www.savethefood.com/>. [Último acceso: 1 3 2017].
- [14] Banco de Alimentos, «BAMX - Bancos de Alimentos de México,» [En línea]. Available: <http://www.bancodealimentosleon.org.mx/>. [Último acceso: 1 3 2017].

Hacia un Sistema de Reconocimiento de Actividades Cotidianas en Humanos para Seguimiento de Actividades Físicas

Antonio Javier Méndez Juárez ¹, Christopher Oscar Pérez Jiménez ¹, Angel Roberto Montes Murgas ¹, Martín Alejandro Pérez Güendolain ¹, Raúl Cruz Barbosa ¹

{ic2012020034, ic2011040040, ic2011020154, ic2011020165}@ndikandi.utm.mx
rcruz@mixteco.utm.mx

¹ Instituto de computación,
Universidad Tecnológica de la Mixteca, Carretera a Acatlima Km. 2.5, Acatlima, 69000 Huajuapán de León,
Oax.

Resumen. En este artículo se presenta un modelo de un sistema de reconocimiento de actividades cotidianas en seres humanos para el seguimiento de actividades físicas. El modelo se divide en dos fases, donde la primera, aplica un selector de características utilizando el criterio de mínima redundancia y máxima relevancia junto con un clasificador LDA el cual ofrece un 97% de exactitud de clasificación. Con lo anterior, se obtiene un reconocedor de actividades, el cual se puede adaptar con una segunda fase para realizar un seguimiento de las actividades físicas de una persona con registro de las actividades reconocidas previamente.

Palabras Clave: Reconocimiento de Actividades, Reconocimiento de Patrones, Seguimiento de Actividades, Clasificadores.

1 Introducción

Con el paso de los años, los dispositivos móviles han ido evolucionando convirtiéndose cada vez más sofisticados, en especial los teléfonos inteligentes o Smartphone, los cuales tienen incorporados una gran cantidad de sensores como lo son: sensores de temperatura, proximidad, GPS, acelerómetro y giroscopio [2]. Estos dispositivos proveen una forma viable para el monitoreo de actividades físicas sin generar en las personas que lo utilizan un grado de incomodidad [4].

En el contexto del reconocimiento de actividades humanas, estas pueden ser detectadas a partir de la información adquirida gracias a los diferentes sensores incluidos en los teléfonos inteligentes propiciando la generación de sistemas de reconocimiento de actividades humanas [1]. Estos sistemas, están diseñados para satisfacer las necesidades de las personas de acuerdo a la situación en la que se encuentren, desde la movilidad y el cuidado personal, hasta situaciones de salud o seguridad [7].

En este artículo nos enfocamos en el reconocimiento de actividades cotidianas humanas básicas como: caminar, subir escaleras, bajar escaleras, mantenerse sentado, mantenerse parado y estar acostado.

En resumen, la aportación del presente trabajo es un modelo para el reconocimiento de actividades humanas cotidianas, el cual consta de dos fases. La primera fase toma del repositorio UCI Machine Learning el conjunto de datos. A continuación, se utiliza en un clasificador LDA combinado con un algoritmo de criterio de mínima Redundancia Máxima Relevancia (mRMR) para selección de características generando así el reconocedor de actividades.

La segunda fase se divide en tres etapas, la primera se encarga de recolectar la información arrojada por los sensores giroscopio y acelerómetro, que vienen incrustados en un teléfono inteligente. Una vez obtenidos los datos, estos son enviados a un servidor el cual se encarga de hacer un preprocesamiento para después ser utilizados en el reconocedor de actividades. Finalmente el resultado de la clasificación es almacenado en una base de datos dentro del servidor. Se sugiere que la tercera etapa sea la encargada de arrojar sugerencias con respecto a las diversas actividades realizadas por el sujeto.

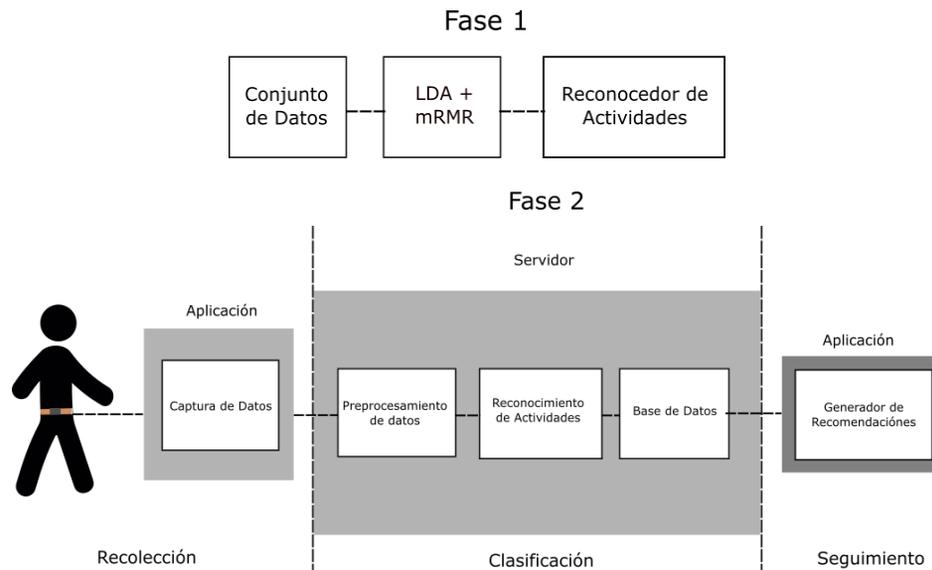


Fig. 2 Modelo del sistema de reconocimiento de actividades

En este documento se reporta el desarrollo de la fase 1 mostrado en la Figura 1, donde el uso del método de selección de características mRMR junto con un clasificador lineal LDA generó el mejor de los resultados con un 97% de exactitud de clasificación. En tanto, otros clasificadores como el Bayes Ingenuo y el Perceptrón simple arrojaron valores por debajo del 60%.

2 Estado del arte

El reconocimiento de actividades físicas se ha atacado de diversas maneras, muchos de los trabajos se centran en el uso de acelerómetros y otros sensores. Este tipo de investigaciones comenzó en la década de los noventa con trabajos como en [6].

Como se menciona en [8], a pesar del tiempo que se lleva con la investigación en este tipo de sistemas aún hay tareas que motivan el desarrollo para mejorar la precisión bajo condiciones cada vez más realistas. El reconocimiento de las actividades físicas se ha realizado mayormente en dos maneras diferentes: mediante el uso de sensores externos y vestibles. En el primer enfoque los sensores se fijan en puntos de interés predeterminados, de modo que la inferencia de actividades depende enteramente de la interacción voluntaria de los usuarios con dichos sensores. En la segunda perspectiva, los dispositivos están conectados al usuario, un ejemplo de este enfoque es el trabajo realizado en [9].

El actual crecimiento del mercado de dispositivos de telefonía móvil y la tecnología vestible (wearable) ha propiciado que el segundo método de los mencionados arriba, sea un poco más sencillo de usar para replicar escenarios reales con mayor facilidad, pues, una buena parte de la población los usa cotidianamente sin que representen una intromisión a su espacio personal y lleguen a incomodarlos [8]. Sin embargo, los costos de la tecnología vestible en el mercado aún es elevado, por lo cual, el mirar hacia el uso de dispositivos de telefonía móvil parece ser una mejor manera de enfrentar la parte de los costos, pues su precio ha bajado debido a la competitividad mostrada en el mercado. Además, el uso y la inclusión de estos dispositivos en la vida cotidiana actual aparte de que ayuda a disminuir el costo de la adquisición de datos (ya que no se necesita de hardware adicional) también ha demostrado su portabilidad.

El enfoque antes mencionado ha demostrado tener porcentajes altos de rendimiento al ser utilizado en sistemas HAR (del inglés: Human Activity Recognition) [10]. Estos sistemas hacen uso de diversos métodos para la clasificación, entre estas se encuentran: Los modelos ocultos de Markov [1], las máquinas de soporte vectorial (SVM) [2] y el clásico KNN, así como el LDA (análisis de discriminante lineal) y Random forest [3].

3 Metodología

En esta sección se presenta la descripción de la metodología utilizada para el sistema de reconocimiento de actividades humanas, para ello se ha dividido el sistema en dos fases tal y como se muestra en la Figura 1. También, se realiza una breve descripción de los métodos de clasificación y selección de características utilizados.

3.1 Fase 1: Reconocedor de Actividades

El conjunto de datos utilizado, fue descargado del repositorio UCI Machine Learning, el cual fue generado a partir de un Smartphone Samsung Galaxy SII, tomando 30 voluntarios en un rango de 19 a 48 años. El total de instancias del conjunto es de 10299 de los cuales el 70% se ocupa como conjunto de entrenamiento y el 30% como conjunto de prueba; en tanto el número de características es de 561 [7].

Una vez obtenido el conjunto de datos, se aplica un selector de características basado en el criterio de mínima redundancia y máxima relevancia para seleccionar un subconjunto de estas. Finalmente, se utiliza un algoritmo clasificador para construir el Reconocedor de Actividades.

3.2 Fase 2: Reconocimiento de actividades en línea

Para la segunda fase, esta se ha dividido en tres etapas, recolección, clasificación y seguimiento (véase Figura 1).

En la primera etapa, recolección, se obtienen datos de un teléfono inteligente. Estos datos son capturados a una frecuencia de 50Hz. Para la etapa de clasificación, los datos capturados en el paso anterior se envían a un servidor en donde se preprocesan siguiendo los pasos descritos en [2], donde el resultado consta de 561 características, las cuales son enviadas al reconocedor de actividades, que posteriormente guardará el resultado de la clasificación en una base de datos. La tercera y última etapa, se sugiere como una aplicación encargada de llevar un seguimiento del usuario, que además, realizará sugerencias de acuerdo a las actividades hechas en un periodo de tiempo.

3.3 Métodos utilizados

En esta subsección se describen tres clasificadores de tipo lineal, debido a que en la literatura han sido suficientes para discriminar entre las actividades físicas analizadas. También, se presentan dos métodos de selección de características con el objetivo de reducir el número de estas ayudando a: 1) Encontrar las más relevantes; y 2) Mejorar el tiempo de ejecución en las fases, tanto de entrenamiento como de reconocimiento.

3.3.1 Clasificador Bayes ingenuo (Naïve Bayes)

Naive Bayes también conocido como Bayes Ingenuo es un algoritmo simple y eficaz para el aprendizaje de muestras el cual está basado en el teorema de Bayes [11]. La precisión de Bayes Ingenuo es muy buena en ocasiones en comparación con otros clasificadores, como árboles de decisión, aprendizaje basado en instancias y aprendizaje de reglas, como en el caso cuando la cantidad de datos de entrenamiento es pequeña [12].

3.3.2 Clasificador LDA

Un discriminante es una función que toma un vector de entrada x y lo asigna a una de las clases K , denotada C_k [5]. Los discriminantes lineales son aquellos para los que las superficies de decisión son hiperplanos.

La idea básica de la LDA es encontrar una transformación lineal que mejor discrimine entre las clases y la clasificación es realizada en el espacio transformado a partir de alguna métrica como la distancia euclidiana.

3.3.3 Perceptrón Simple

El perceptrón es un algoritmo para el aprendizaje supervisado. Se trata de un clasificador lineal, un algoritmo que hace sus predicciones basado en una función predictora lineal combinando un conjunto de pesos con el vector de características. El algoritmo permite el aprendizaje en línea, ya que procesa elementos en el conjunto de entrenamiento uno a la vez [5].

3.3.4 Criterio de mínima Redundancia Máxima Relevancia (mRMR)

El Criterio mRMR tiene como objetivo principal maximizar la relevancia con la clase dada, y disminuir su redundancia, a partir de un subconjunto de características. Esto se logra mediante la aplicación de dos fases: La primera fase se encarga de la maximización de la relevancia D con la clase dada. La segunda fase es la encargada de reducir la redundancia R entre las características seleccionadas con relevancia máxima. Finalmente, se hace una combinación de las dos condiciones de forma que su máximo optimiza de manera simultánea D y R .

3.3.5 Radio Discriminante de Fisher (FDR)

El radio discriminante de Fisher es un criterio de selección de características, generado a partir de la combinación de la matriz de dispersión intra-clase y la matriz de dispersión entre-clases. El criterio FDR se utiliza para cuantificar las capacidades de separabilidad de clases. Se utiliza como un método de ranking en el cual se toman las K mejores características de un conjunto de dimensión L , en donde $K < L$.

4 Resultados Experimentales

El conjunto de datos fue particionado en un 70% para entrenamiento y un 30% para pruebas. Inicialmente, se probaron 3 algoritmos de clasificación (utilizando la biblioteca The NaN-toolbox para Octave), Bayes Ingenuo, Perceptrón Simple y Análisis discriminante lineal (LDA), los tres utilizando el total de características (561). Los resultados de dichos clasificadores se muestran en la Tabla 1:

Clasificador	Exactitud
Bayes Ingenuo	54 %
Perceptrón Simple	58.3 %
LDA	96.2 %

Tabla 3. Desempeño de los clasificadores en términos de la exactitud de clasificación.

Para una mejor visualización de la precisión predicha de cada una de las clases se muestra la matriz de confusión del clasificador LDA en la Tabla 2.

Postura Real	Análisis Discriminante Lineal						Precisión
	Postura Predicha						
	Caminando	Subir Escaleras	Bajar Escaleras	Sentado	Parado	Acostado	
Caminando	492	4	0	0	0	0	99.1 %
Subir Escaleras	12	458	0	1	0	0	97.2 %
Bajar Escaleras	1	7	412	0	0	0	98.0 %
Sentado	0	2	0	428	61	0	87.1 %

Parado	0	0	0	21	511	0	96.0 %
Acostado	0	0	0	0	1	536	99.8 %
Recall	97.4 %	97.2 %	100 %	95.1 %	89.1 %	100 %	

Tabla 2. Matriz de confusión del clasificador LDA utilizando las 561 características.

Una vez encontrado un valor alto de exactitud, el cual fue brindado por el algoritmo LDA, se hizo una selección de características basado en un criterio mRMR y FDR (Haciendo uso de la biblioteca The NaN-toolbox para el mRMR y el algoritmo de FDR descrito en [13], ambos implementados en Octave). Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Modelo	Dimensión	Exactitud
mRMR + LDA	231	96 %
FDR + LDA	546	96 %

Tabla 3. Características obtenidas usando diferentes criterios de selección de características y su correspondiente exactitud.

Debido a que la mejor reducción de dimensionalidad y la mejor exactitud de clasificación nos lo ofrecía el criterio mRMR se optó por aplicar una validación cruzada K-fold, con un $K = 10$ al modelo mRMR + LDA del cual se obtuvo un valor de exactitud promedio de 97%. Para mejor entendimiento e interpretación del modelo anterior descrito, véase la matriz de confusión en la Tabla 4.

A partir de la matriz de confusión, se observa que existe un alto índice de confusión entre dos actividades: Sentado y Parado. Al calcular la diferencia entre las muestras erróneamente clasificadas con la media de la clase a la que fue asignada y la clase a la que realmente pertenece, notamos que está diferencia es mínima, por lo que, esta cercanía presente entre las muestras y las medias de clases propicia la confusión del clasificador.

mRMR + Análisis Discriminante Lineal							
Postura Real	Postura Predicha						Precisión
	Caminando	Subir Escaleras	Bajar Escaleras	Sentado	Parado	Acostado	
Caminando	172	0	0	0	0	0	100 %
Subir Escaleras	0	154	0	0	0	0	100 %
Bajar Escaleras	0	0	140	0	0	0	100 %
Sentado	0	0	0	166	10	1	93.7 %
Parado	0	0	0	9	181	0	95.2 %
Acostado	0	0	0	0	0	194	100 %
Recall	100 %	100 %	100 %	94.8 %	94.7 %	99.4 %	

Tabla 4. Matriz de confusión del clasificador LDA usando el criterio mRMR y validación cruzada K-Fold con un valor de $K = 10$.

5 Conclusiones y trabajo a futuro

Durante las pruebas, la realización de selección o reducción de características ayudó a mejorar la eficiencia de clasificación, aunque la mejora fue mínima, se logró reducir a menos de la mitad el número de características necesarias para poder diferenciar entre clases. Esta mejora, benefició sustancialmente al coste computacional de los algoritmos ocupados durante la experimentación.

En cuanto al trabajo futuro, este involucra la incorporación dentro de la aplicación de un generador de recomendaciones de actividades físicas para los usuarios. Estas recomendaciones serán enfocadas para conseguir que el usuario realice actividades físicas diversas y evite el sedentarismo lo más posible. Además, que mediante una aplicación web se ofrecería un resumen de las actividades físicas realizadas a lo largo del día.

Referencias

- [1] A. R. Charissa y C. Sung-Bae. *Human Activity Recognition Using Smartphone Sensors With Two-Stage Continuous Hidden Markov Models*. In proceedings of the 10th International Conference on Natural Computation (ICNC). (2014), pp. 686-691.
- [2] D. Anguita, A. Ghio, L. Oneto, X. Parra y J. L. Reyes. *A public domain dataset for human activity recognition using smartphones*. In proceedings of the 21th International European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning. (2013), pp. 437-442.
- [3] P. Tomás, P. Marek, G. Petr, y D. Pavel. *Comparison of Classification Algorithms for Physical Activity Recognition. Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications*. In proceedings of the 4th International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications, (2013). Vol. 237, pp. 123-131.
- [4] D. Anguita, A. Ghio, L. Oneto, X. Parra y J. L. Reyes Ortiz. *Human Activity Recognition on Smartphones using a Multiclass Hardware-Friendly Support Vector Machine*. In proceedings of International Workshop of Ambient Assisted Living and Home Care (IWAAL 2012). Vitoria-Gasteiz, Berlin, Heidelberg. (2012). Vol. 7657, pp. 216-223.
- [5] C. M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer. (2006).
- [6] F. Foerster, M. Smeja y J. Fahrenberg. Detection of posture and motion by accelerometry: a validation study in ambulatory monitoring, *Computers in Human Behavior*, (1999), vol. 15, no. 5, pp. 571-583.
- [7] J. L. Reyes. *Smartphone-Based Human Activity Recognition*. Springer Theses. (2015). doi: 10.1007/978-3-319-14274-6
- [8] O. D. Lara, Labrador y M. A. Labrador. A survey on human activity recognition using wearable sensors. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*. (2013), vol. 15 (3), pp. 1192-1209.
- [9] P. Casale, O. Pujol, P. Radeva. *Human Activity Recognition from Accelerometer Data Using a Wearable Device*. In: Vitrià J., Sanches J.M., Hernández M. (eds) *Pattern Recognition and Image Analysis. IbPRIA 2011. Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 6669. Springer, Berlin, Heidelberg. (2011).
- [10] Jennifer R. Kwapisz, Gary M. Weiss y Samuel A. Moore. Activity recognition using cell phone accelerometers. *SIGKDD Explor. Newsl.* (2011), vol. 12 (2), pp. 74-82.
- [11] David D. Lewis. *Naïve (Bayes) at Forty: The Independence Assumption in Information Retrieval*. In Proceedings of the 10th European Conference on Machine Learning (ECML '98), Claire Nedellec and Céline Rouveirol (Eds.). Springer-Verlag, London, UK, UK, pp. 4-15. (1998)
- [12] D. J. Hand y K. Yu. Idiot's Bayes-Not So Stupid After All?. *International Statistical Review* (2001), 69, 3, 385-398.
- [13] S. Theodoridis y K. Koutroumbas. *Pattern Recognition*. Academic Press. (2008).

Enriquecimiento de un mapa GIS con otros mapas, haciendo un análisis de posición de atributos geográficos y semántica alineada.

Calva Avalos Carlos Ivan ¹ y Doctor Marco Moreno Ibarra ²

¹ Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Cómputo, Av. Juan de Dios Bátiz s/n esq. Av. Miguel Othón de Mendizabal. Colonia Lindavista. Demarcación Territorial: Gustavo A. Madero. C. P. 07738
direccion_escom@ipn.mx

² Centro de Investigación en Computación-IPN, Av. Juan de Dios Batíz, esquina con Miguel Otón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México
hsossa@cic.ipn.mx

Abstract. Un Sistema de información geográfica SIG, nos ofrece más que un mapa, sino una referencia de información que puede ser usada de forma estadística. Diversas instituciones del Estado Mexicano, tal como el Instituto Nacional Electoral y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía usan sus propios SIG que contemplan la extensión de la república mexicana. En este trabajo plantea la posibilidad de unificar la información de diversos SIG de la misma región, teniendo un SIG como base y comparar su información geográfica con otros, y aplicando una metodología de análisis de ubicación geográfica y relación geométrica, así como un análisis de semántica; determinando si la información externa ha de ser considerada como la misma, o nueva. Y con ella verificar la información del primer mapa SIG.

A Geographical Information System (GIS), offers us more than a map, but a reference of information that can be used statistically. Many institution of the Mexican State, such as the National Electoral Institute (INE) and the National Statistical and Geographic Institute (INEGi) use their own GIS that contemplate the extension of the Mexican republic. On this work, we raise the possibility of unifying the information of diverse GIS of the same region, having a base GIS and comparing its geographical information with others and applying a methodology of geographical position analysis and geometrical relation, such as a semanticall analysis; determining if the external information can be considerate as the same or as new. And with it, verify the information of our base GIS.

Palabras Clave: Sistema de Información Geográfica, alineación semántica, ontología, análisis geométrico, atributos geográficos.

Introducción

Actualmente, instituciones de carácter gubernamental como el Instituto Nacional Electoral (en adelante INE) y otros de carácter estadístico como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (en adelante INEGI), usan SIGs para diversas operaciones que van desde la planificación de infraestructura, el estudio demográfico, la planeación de censos, análisis de vías de transporte, división de recursos, entre otros. Actualmente en esta época de la informática digital, los SIG son vitales para las operaciones de los institutos del estado mexicano.

Sin embargo, las instituciones mencionadas anteriormente, crean sus propios SIG, los cuales deciden como organizarlos y les dan un determinado mantenimiento y actualización diferente por su parte. Sin embargo, en el caso del INE y el INEGI, comparten idealmente el mismo mapa: el mapa que cubre la extensión de la república mexicana. No es sin embargo un sinónimo de que cuenten con el mismo mapa.

En consecuencia, y dadas las extensiones de la república mexicana, la elaboración de un mapa de estas características, implica un alto coste de elaboración, mantenimiento, actualización, corrección y susceptible a errores. Naturalmente, va ligado a la extensión de una zona geográfica tan grande como el país de México.

Por lo anterior, el hecho de que instituciones federales creen y usen por separado sus propios SIG, para la misma región, resulta naturalmente en un empleo adicional de recursos.

Para comprender, un mapa SIG es esencialmente un plano que representa elementos geográficos por medio de puntos o nodos, líneas o polilíneas y polígonos con áreas cerradas. Dichos atributos geográficos, tienen un significado en el mapa, y estos se pueden agrupar por su significado semántico en capas, cada capa posee dentro del SIG una propia tabla de atributos, similar a una Base de Datos, que ofrece por su parte información adicional a cada entrada de la tabla, que representa visualmente un elemento en el mapa. Los SIG se encuentran georreferenciados, por lo tanto, a cada elemento le corresponde una coordenada de ubicación global, con la idea de que represente un elemento del mundo real.

Teniendo esto en mente, cada autor de un SIG decide cómo organizar los elementos en su mapa, siendo que para unos un edificio pueda representarse como un punto, y para otros se represente como un polígono. Otro

ejemplo, es la ubicación de un mismo elemento del mundo real en dos mapas, pero en cada mapa tenga una ubicación distinta. Así como que el elemento del mundo real, se identifique y describa de forma diferente en la información de la tabla de atributos de dos mapas entre sí. Dicha disparidad, crea problemas de naturaleza semántica a la hora de proponerse una metodología para la relación y comparación de mapas.

Este trabajo, toma como base el SIG de la república mexicana del INE. Y busca enriquecer su contenido, al compararlo con el SIG de la república mexicana proporcionado por el INEGI, y así como la disposición de otra fuente; Open Street Map (en adelante OSM) que es un proyecto de naturaleza abierta para la conformación de un SIG mundial. Pudiendo tomar la extensión geográfica que requerimos de OSM, se puede utilizar como una segunda fuente para el enriquecimiento del SIG base del INE.

Estado del Arte

El enriquecimiento de datos SIG es un tema de interés que va en aumento, C. Kunze, R. Hecht (2015) sostienen que inicialmente los SIG eran de principal interés para organizaciones gubernamentales, sin embargo, con el surgimiento de dispositivos GPS personales y el auge de los dispositivos móviles, se ha dado paso a una comunidad de recursos abiertos como lo es OSM.

Fonte y Bastin (2015), recalcan la importancia de fuentes externas en los datos SIG para la unificación y uniformidad de datos, así como la homogeneidad en un determinado espacio geográfico.

Por su parte Brovelli, Minghini, Molinaru y Mooney (2016), plantean un método de comparación automática flexible de un SIG oficial y su comparación contra un OSM, ellos concluyen que, si bien OSM no puede ser compatible en su totalidad con la veracidad de datos oficiales, aportan importantes referencias geométricas, a pesar de que el procedimiento al tratar de aplicarse a zonas grandes es costosa y tardado en cuestión de computo.

La relación entre un conjunto de datos SIG con otros puede realizarse de muchas maneras, incluyendo el uso de determinadas herramientas SIG o el aprovechamiento de atributos específicos. En su trabajo, Mustiére u Devogele (2008) proponen un análisis de red, donde se inicia un proceso de transformación geográfica, donde se toman nodos y se comparan geoméricamente, los cuales reciben una calificación final de comparación.

Walter y Fritsch (2001) sustentan que el proceso de comparación podría ser basada cuando los aspectos geográficos cumplen cierto criterio, obteniendo primeramente una naturaleza de semejanza, con el fin de limitar las parejas a comparar a sujetos seleccionables de naturaleza similar.

Metodología Usada

Análisis de Capas

Inicialmente, nos enfocaremos en los atributos geográficos del INE que son nodos (puntos), que son usados esencialmente para representar edificios y lugares en un SIG. Al limitarnos a esto podemos enfocarnos en ver la correlación que existen entre la información tanto de la fuente base, así como de las externas (INEGi y OSM).

El INE tiene un grupo de capas individuales, este grupo, ha generalizado o tomado los rasgos que el INE ha creído importante para la representación en el mapa. Podemos observar a demás, que cada tipo de lugar agrupable tiene su propia capa y se trata como un tipo de dato diferente.

- | | | |
|----------------------|----------------------------|------------------------------|
| ● AEROPUERTO | ● EDIFICIO | ● MODULO |
| ● CABECERA_MUNICIPAL | ● ESCUELA | ● OFICINA_GUBERNAMENTAL |
| ● CAPITAL | ● HOSPITAL | ● OFICINA_MUNICIPAL |
| ● CEMENTERIO | ● IGLESIA | ● PLAZA_MONUMENTO |
| ● CENTRAL_AUTOBUS | ● INSTALACIONES_BANCARIAS | ● VOCAL_DISTRICTAL_DEL_RFE |
| ● CENTRO_COMERCIAL | ● INSTALACIONES_DEPORTIVAS | ● VOCAL_EJECUTIVO_DISTRICTAL |
| ● CENTRO_CULTURAL | ● LOCALIDAD | ● VOCAL_EJECUTIVO_ESTATAL |
| ● CENTRO_RECREATIVO | ● MERCADO | ● VOCAL_ESTATAL_DEL_RFE |

Fig. 1, Nodos presentes en la capa de INE

Cada una de las capas anteriores tiene su tabla de atributas separada, y si bien, cada una puede contener columnas diferentes, todas comparten una en común que nos servirá: el nombre. Una de las problemáticas iniciales que podemos enfrentarnos inicialmente es la división y agrupación de datos diferentes que hace por su parte la INEGi y OSM.

Se ha realizado una comparación semántica entre las campos del INE, y los mapas de INEGi y OSM. Se hace notar, que INEGi reúne todos los puntos en 2 capas: una capa llamada LPR que contiene los puntos que señalan lugares y capitales, y la capa SIP que contiene los puntos que describen a los elementos como las capas del INE. En tanto a OSM, igual contiene los puntos en una sola capa, la cual diferencia en un campo llamado “tag”, el cual indica a su vez si pertenece a algún tipo de punto especial. En seguida se muestra la categorización y relación entre el SIG de INE y sus equivalentes en el INEGi y OSM.

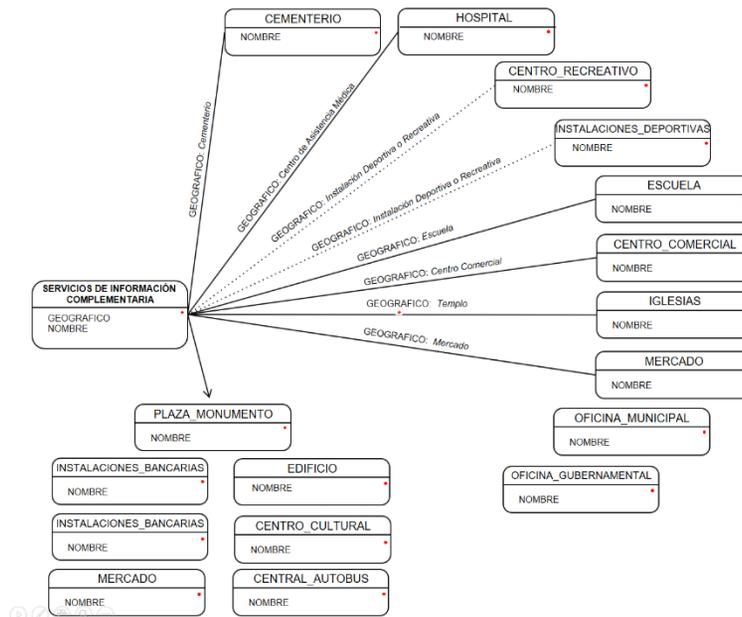


Fig. 2, Alineación de los nodos de INE con la capa “geográfico” de INEGi.

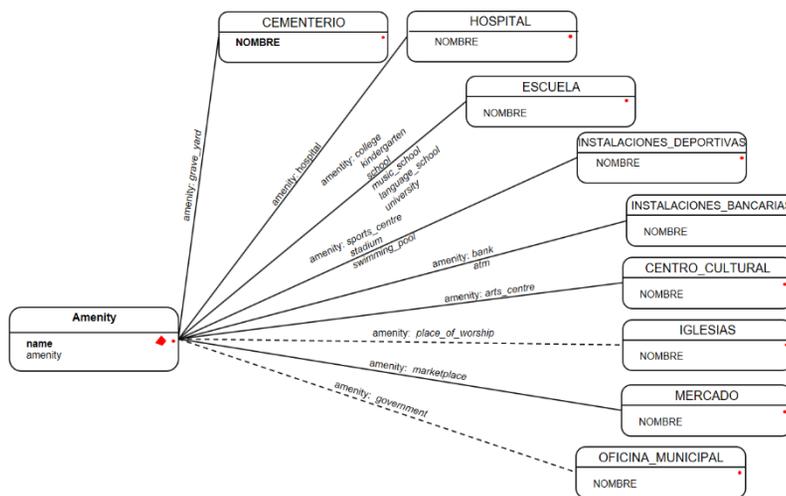


Fig. 3, Alineación de los nodos de INE con la capa Amenity de OSM

En lo consecuente, para enriquecer nuestro conjunto de datos base, lo compararemos con los datos proporcionados por la INEGi y OSM. Los siguientes criterios se deben tomar en cuenta. Primero en base a su clase (capa del INE y geográfico de INEGi), el cual debe satisfacer el siguiente criterio. De acuerdo a la alineación presentada previamente.



En el caso de que los dos puntos sean del mismo tipo de dato, podemos tomar otro criterio más para calificarlo, en base a su nombre, que se puede comparar semánticamente con una alineación de esquema.



Resultados Experimentales

En este trabajo usamos el entorno proporcionado por el software libre QGIS 2.14, se trabajó el análisis de puntos limitado a la región del estado Hidalgo en México.

Categorización geográfica

Al haber dos puntos o nodos que cumplen con las categorizaciones contempladas en el análisis previo se toma en cuenta la correlación geográfica de los puntos. A continuación, se presenta una tabla, en la que se plantean las situaciones de puntos en zonas urbanas con manzanas. Y a cada caso se le asigna una categoría con cierto valor. Dicho valor se toma finalmente a consideración para asignarle un peso de calificación y decidir si tomarlo en cuenta para enriquecer o no a la base.

Caso	Imagen	Descripción	Calificación
1		Los puntos se encuentran en la misma manzana del INE, a una distancia corta (menos de 70 metros).	Alta (prioridad 1).
2		Los puntos se encuentran en la misma manzana del INE, pero separados por una distancia considerable (más de 70 metros).	Buena (prioridad 2).
3		Los puntos se encuentran en distintas manzanas del INE, pero la capa de manzanas de la INEGi los contiene dentro.	Media (prioridad 3).

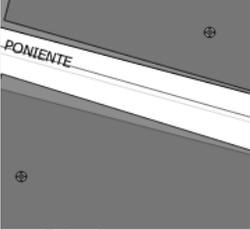
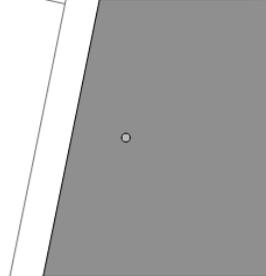
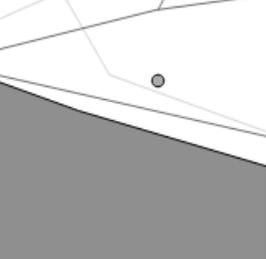
4		Los puntos se encuentran en distintas manzanas del INE u de la INEGi.	Baja (prioridad 4).
5		Es un punto solo del INE que cuyo tipo de capa tiene un equivalente en el geográfico del INEGi.	Se deja integro.
6		Es un punto solo del INEGi. Cuyo tipo geográfico tiene un equivalente en las capas del INE.	A consideración para agregarse.
7		Punto de la INEGi solo, fuera de la manzana del INE.	Descartable

Tabla 1, Categorización de puntos parejas entre INE e INEGi.

Conclusiones y Direccionamiento para futuras investigaciones

Agradecimientos.

Referencias

- Sébastien Mustière & Thomas Devogele (2008), Matching Networks with Different Levels of Detail, *Geoinformatica*, 12:435–453
- M A Brovelli, M Minghini, M Molinari, P Mooney (2016), Towards an Automated Comparison of OpenStreetMap with Authoritative Road Datasets, *Transactions in GIS*, 2016, 00(00): 00–00
- Walter V and Fritsch D 2001 Matching spatial data sets: A statistical approach. *International Journal of Geographical Information Science* 13: 445–73
- T Koukoletsos, M Haklay and C Ellul (2012), Assessing Data Completeness of VGI through an Automated Matching Procedure for Linear Data, *Transactions in GIS*, 2012, 16(4): 477–498
- C.C. Fonte, L. Bastin, G. Foody, T. Kellenbergerd, N. Kerle, P. Mooney , A.-M. Olteanu-Raimond , L. See (2015) , VGI QUALITY CONTROL, *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume II-3/W5
- Carola Kunze, Robert Hecht (2015), Semantic enrichment of building data with volunteered geographic information to improve mappings of dwelling units and population, *Environment and Urban Systems* 53 (2015) 4–18

II. Segunda Sección de Artículos de Investigación

Sistema de Renovación de Préstamos de Libros en Línea

Carlos Mario Flores Lázaro ¹ Herman Aguilar Mayo ² Freddy Alberto Morcillo Presenda ³ Mario Flores Vidal ⁴ and José Luis Gómez Ramos ⁵

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Informática y Sistemas, carretera Cunduacán-Jalpa KM.1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, México.

flcmar@gmail.com

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Informática y Sistemas, carretera Cunduacán-Jalpa KM.1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, México.

herman_aguilar1@hotmail.com

³ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Informática y Sistemas, carretera Cunduacán-Jalpa KM.1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, México.

fmorcillo64@hotmail.com.

⁴ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Ciencias Económico Administrativa, Av. Universidad S/N Zona de la Cultura, Villahermosa, Tabasco, México.

navegador476@hotmail.com.

⁵ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco – División Académica de Informática y Sistemas, carretera Cunduacán-Jalpa KM.1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, México.

jlgr_@hotmail.com.

Resumen. Se aplicaron conocimientos de carácter tecnológicos e informáticos para obtener el desarrollo de una aplicación Web en donde se brinda un servicio mejorado en la renovación de libros donde los alumnos de la UJAT, profesores y usuarios de la biblioteca por medio de una cuenta y contraseña podrán tener acceso al sistema para consultar y renovar las fechas de entregas en préstamos. Uno de los beneficios fundamentales en los que contribuye el sistema de renovación de libros para el usuario, es que a través de Internet podrán realizar el trámite de renovación de libros desde cualquier equipo que tenga acceso a Internet, sin necesidad de trasladarse a la biblioteca, a como actualmente se hace.

Palabras clave: Aplicación Web, Renovación de libros en línea, Internet.

1 Introducción

A partir de 1991 la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco adquiere el software denominado SIABUC 3.0, con el cual realizaban todas las funciones relacionada con los procesos bibliotecarios. SIABUC es un software auxiliar en las labores cotidianas de un centro de información o biblioteca, ya sea universitaria, pública o particular, sin importar que sea pequeña o grande [1].

En el año 2005 se implementó el uso del Sistema Integral de la UJAT y con él se da paso a la implementación de un módulo especial para el control y buen uso de los recursos bibliotecarios. En él, los usuarios de la Biblioteca pueden realizar el préstamo y renovación de los libros; este proceso se lleva a cabo mediante la lectura del código de barra de la credencial del usuario.

El Sistema de Administración de las Bibliotecas (SAB), forma parte del Sistema Integral Institucional de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en él se manejan todos los procesos relacionados con las actividades académicas, docentes, administrativas, entre otras.

Cuando se formó la Biblioteca “Cesar O. Palacio Tapia” en el Campus Chontalpa, la renovación de los libros se realizaba utilizando papeletas, en estas se anotaba la fecha en que se llevaba a cabo el préstamo y la fecha de devolución, con esto el alumno debía dejar su credencial de estudiante para poder llevarse el libro.

El préstamo se otorga por 3 días, una vez que se vence el plazo el alumno debe regresar el libro o en su caso llevar a cabo la renovación del mismo. Si el alumno no realiza la renovación se hace acreedor a una multa, la cual debe pagar para poder realizar cualquier trámite académico [2].

En la actualidad se pueden encontrar diversos software para el control y administración de los recursos bibliotecarios, los cuales pueden realizar el proceso de renovación de libros vía Web, pero sería muy

complicado adaptarlo al sistema integral de la UJAT, por ello se decide realizar el módulo correspondiente para satisfacer esta problemática.

La renovación de los libros que la Biblioteca da en préstamo a domicilio es de suma importancia para los alumnos y docentes de la División Académica de Informática y Sistema del Campus Chontalpa y que requieren de la consulta del material que en ella se encuentra.

El problema que se presenta con el proceso de renovación de los libros que son dados a préstamo a domicilio es que en algunas ocasiones el plazo que se les asigna para llevar a cabo la entrega de éste se vence por diferentes factores como son: que la persona no pueda asistir al Campus a realizar la renovación o a entregar los libros, olvido, entre otros. Si esto llega a ocurrir el alumno o docente es acreedor a una sanción económica, la cual al no ser pagada provoca que los estudiantes no puedan realizar algunos de sus trámites académicos o volver a realizar un nuevo préstamo.

2 Estado del arte

[3] en su obra *Análisis y Diseño de Sistemas de Información* define a un sistema como un conjunto de componentes que interactúan entre sí para lograr un objetivo común, atendiendo esta propuesta se puede decir que un sistema es la organización de partes interactuantes e interdependientes que se encuentran unidas y estrechamente relacionadas formando por ello una célula compleja. Otra definición es propuesta por [4], en la que expone que es un conjunto de personas, datos, procesos y tecnología de la información que interactúan para recoger, procesar, almacenar y proveer la información necesaria para el correcto funcionamiento de la organización.

[5] en su obra *Análisis de Sistemas de Información* menciona que los Sistemas para el Procesamiento de Transacciones (TPS), sustituyen con el proceso por computadoras a los trabajos manuales. Tienen como objetivo el procesamiento de grandes volúmenes de datos relacionados con transacciones de la organización, su característica más importante es que tienen una alta eficacia para manejar tareas bien estructuradas que los ordenadores pueden realizar fácilmente. Una transacción en el ámbito organizacional es cualquier suceso o actividad que afecta la administración y control de la empresa. Los TPS tienen como finalidad mejorar las actividades rutinarias de una empresa y de las que depende toda la organización.

[6] define una base de datos como un conjunto de datos almacenados en un conjunto de archivos computarizados y relacionados entre sí, en la que a través de un sistema manejador de base de datos (SMDB), el usuario puede realizar una variedad de operaciones sobre dichos archivos tales como almacenamiento, recuperación y actualización de la información. Debido a que la UJAT emplea la tecnología Oracle, en esta investigación se usó el mismo manejador, pero con la versión *Express Edition (XE)*, que es la versión libre para desarrollar, desplegar y distribuir [7].

Para el desarrollo se usó el Proceso Unificado de Desarrollo de Software (RUP), que según [8] se centra en la representación gráfica de un sistema, nos indica cómo crear y leer los modelos, constituye la metodología estándar moderna y con mayor utilización en el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. RUP es una de las metodologías de desarrollo rápido, además se adapta a las necesidades que especifica el sistema a desarrollar, en la Fig. 1 se muestran las fases.

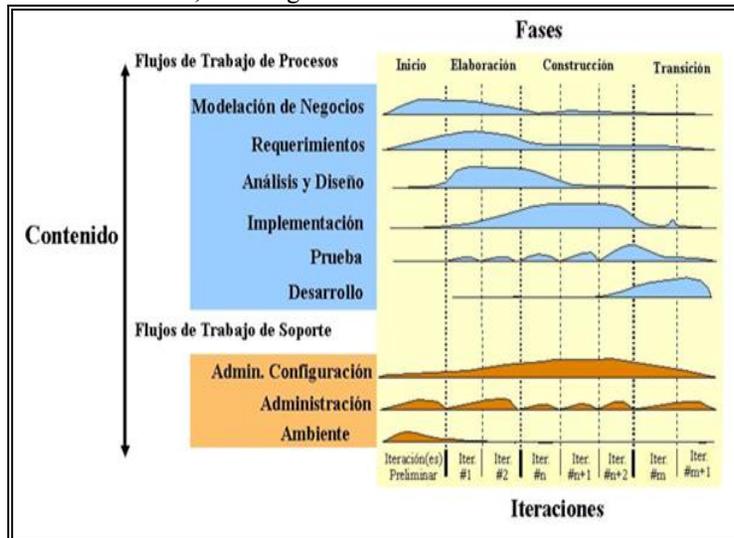


Fig. 1 Fases del RUP

El lenguaje de programación usado fue *C#*, el entorno de desarrollo integrado (IDE) fue *Microsoft Visual Studio*, Para [9] representa un poderoso entorno de trabajo de programación capaz de personalizarse; además, contiene todas las herramientas necesarias para crear de manera rápida y eficiente programas para Windows y Web. También se usó el *framework .NET*, que según [10] es un conjunto de herramientas de desarrollo y lenguaje de programación, de propósito general, orientados a objetos, de tercera generación, de alto nivel, de compilación a código intermedio, que nos permite utilizar todos los recursos disponibles en la computadora a través de una librería de clases común, con la cual se puede desarrollar aplicaciones de Consola, basadas en *Windows*, y para la Web, que utilizan protocolos abiertos para la interacción entre los elementos que las componen.

3 Metodología

La metodología empleada es de tipo descriptiva y representativa, ya que el objeto de estudio debe ser desarrollado y visto desde un entorno social y natural para poder determinar si es viable el desarrollo del módulo de renovación de los préstamos de libros en línea. Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se ha determinado manejar una perspectiva cualitativa para el desarrollo de la investigación [11].

La técnica utilizada para recolectar la información fue la entrevista, y fueron dirigidas a dos tipos de usuarios:

Encargado de la biblioteca: describió el procedimiento para la renovación de los préstamos, donde basta que el alumno muestre el libro y su credencial de estudiante para realizar la renovación del servicio, siempre y cuando no tenga préstamos vencidos o recargo de multas atrasadas; lo anterior obedece a que el sistema actual permite la renovación, pero solo lo puede utilizar el personal de la biblioteca. También mencionó que la Universidad para todos sus sistemas usa Oracle como manejador de base de datos y .NET como plataforma de desarrollo; lo anterior fue muy importante para ayudar a decidir que tecnología usaríamos en el desarrollo del presente trabajo. Además reflexionó que el módulo Web ayudaría en la optimización del tiempo que el personal ocupa de dar dicho servicio, mismo que podría ser utilizado para otras actividades, toda vez que los alumnos no acudirían a la biblioteca a hacer la renovación.

Usuarios: los alumnos comentaron que un módulo de este tipo sería muy bueno, ya que no tendrían que acudir a la biblioteca a hacer sus renovaciones, solo acudirían la primera vez y a la entrega del libro; también que ellos cuentan con su matrícula y contraseña de estudiante y con conectividad a la red universitaria, por lo que este servicio les ayudaría a ahorrar tiempo; también opinaron que el servicio debería estar disponible también desde Internet para poder realizar la renovación desde sus casas o trabajos, sobre todo al final del periodo escolar que la carga de tareas y/o proyectos es mucha, necesitando el material bibliográfico por más tiempo; que hay veces que solo tienen que ir a la biblioteca a hacer la entrega o renovación de los libros, si no lo hacen a tiempo, se generaría un recargo, que con este servicio podrían ahorrar tiempo y dinero.

4 Resultados

Con la tecnología y requisitos anteriormente descritos, se desarrolló el módulo Web; y para asegurar la calidad del mismo, se realizaron un conjunto de pruebas de acuerdo a [12] que mencionan que las pruebas del sistema se ocupan de probar un instrumento que va a ser entregado al cliente; en un proceso en cascada que se ocupan de probar el sistema completo. Es la manera de operar el sistema, deben de haber pocos errores en la ejecución lo que permitirá avanzar en la revisión del sistema sin interrupciones. Para efecto de evaluación, se realizaron pruebas con tres usuarios en diferentes equipos, tomando en cuenta la operatividad en aspectos del buen funcionamiento del sistema en su acceso y navegación, para ello se adquirió un sitio gratis con extensión *dyndns* para dar alojamiento al sistema, donde se demostró la capacidad de ejecución en cada una de sus fases en diferentes tipos de navegadores. A continuación listamos las pruebas realizadas:

Observabilidad: Lo que ve es lo que prueba; las entradas proporcionadas como partes de las pruebas producen distintas salidas. Se deben de considerar los errores en las salidas, errores internos, que el código fuente sea accesible para poder modificarlo si se requiere. Como primera entrega se realizaron cuatro cambios en los botones de enlaces a las siguientes pantallas para evitar futuras confusiones. Se realizaron pruebas con distintos usuarios a la vez donde se proporcionaron los datos necesarios y como resultado se obtuvo el acceso al sistema. Cada alumno dijo que el instrumento era práctico de usar e entendible en cada pantalla y no se detectó error ni alguna confusión.

Controlabilidad: Mientras mejor pueda controlar el software, más podrá automatizar y optimizar las pruebas. Todas las salidas posibles pueden generarse a través de alguna combinación de entradas consistentes y estructuradas. Controlabilidad es una propiedad importante de un sistema de control, y juega un papel crucial en muchos problemas de control, como la estabilización de sistemas inestables, o el control óptimo. En esta

prueba se demostró control total sobre el sistema, cada casilla de texto y cada botón realizan una acción, siempre que los usuarios cuenten con los criterios necesarios para su ejecución. Al igual el sistema interactúa cada una de las peticiones solicitadas por los usuarios y da como resultado una información procesada.

Simplicidad: Mientras haya menos que probar, más rápidamente se le puede probar. El sistema realizado es entendible ya que se realizó bajo los colores estándares de la página de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), de modo que el usuario navegue de forma práctica en el Sistema de Renovación de Libros.

Funcionalidad: Se verificó que se obtuvieran los resultados esperados como respuestas a las entradas apropiadas. La prueba consistió en evaluar cinco funcionalidades del sistema de renovación de libros, a continuación se muestran en la tabla 1 los puntos evaluados en la prueba de funcionalidad.

En la Fig. 2 se puede observar la interfaz de la pantalla principal del usuario donde se puede ver que el usuario ya ha sido autenticado y se muestra cuáles son los acervos que tiene prestados; para cada préstamo de forma individual tiene la opción “renovar” para que el sistema valide y en su caso procese la renovación del acervo seleccionado.

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE."

Inicio | Renovar | Historial Bienvenido: JUAN CARLOS PERALTA QUIROGA / Salir

Renovación de libros

En este apartado podrá renovar desde la comodidad de su hogar los materiales de préstamo a domicilio para así cumplir con el compromiso de entregarlos a tiempo sin que afecte la fecha de vencimiento.

De acuerdo al artículo 18 del Reglamento del Sistema Bibliotecario, se le recuerda que pueden renovar hasta dos veces consecutivas el préstamo a domicilio, siempre y cuando el acervo no haya sido apartado.

Presione el botón "Renovar" para renovar el libro seleccionado

ISBN	NOMBRE DEL LIBRO	FECHA DE PRESTAMO	FECHA DE ENTREGA	
4567834672	INTELIGENCIA ARTIFICIAL	14/08/2012	22/08/2012	Renovar
9688800732	ESTRUCTURA DE DATOS Y DISEÑO DE PROGRAMAS	19/11/2012	15/11/2012	Renovar
59876983567	ADMINISTRACION	15/11/2012	20/11/2012	Renovar

Es responsabilidad del alumno entregar a tiempo los libros

Av. Universidad s/n, Zona Cultural, Col. Magisterial, Vhsa, Centro, Tabasco, Mex. C.P. 86040. Tel (993) 358 15 00 Mapa del sitio | Correo

Fig. 2. Interfaz principal de la aplicación.

La Fig. 3 muestra la confirmación de la renovación del acervo seleccionado, con la nueva fecha de entrega; en caso de no proceder la renovación cambiaría el texto a “No procede renovación por...” y las causas podría ser por estar vencida la fecha de entrega del acervo, tener otros préstamos vencidos, tener adeudo económico o que el acervo fue reservado por otro usuario. Los motivos por lo que el usuario no puede renovar se encuentran establecidos en [2].

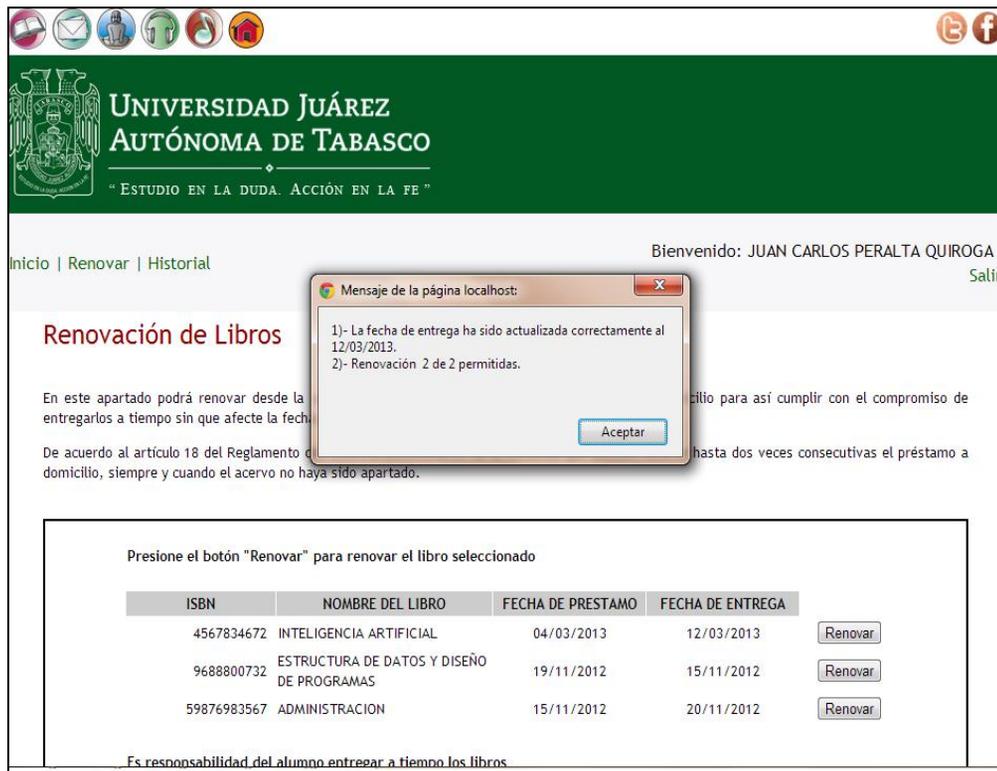


Fig. 3. Confirmación de la renovación.

5 Conclusiones y trabajos futuros

Se consiguió concluir satisfactoriamente el desarrollo la aplicación Web para la renovación de préstamos de libros en la Biblioteca Cesar O. Palacio Tapia, como apoyo a la Biblioteca del Campus Chontalpa, así como beneficio a la comunidad estudiantil y profesores de la División Académica de Informática y Sistemas.

La implementación de la metodología por fases, ayudó en el desarrollo y la utilización de escenarios, fueron las guías previas al diseño y elaboración del sitio. Se adquirió una gran experiencia en la relación al desarrollo de sitios Web que es parte fundamental de la ingeniería de software, esto debido a que el propósito fue elaborar una forma simple y fácil de realizar un servicio eficaz por medio de la tecnología.

Los resultados obtenidos al realizar una aplicación Web para la renovación de préstamos de libros en la biblioteca Cesar O. Palacio Tapia, mediante el cual los alumnos y profesores de la División Académica de Informática y Sistemas, harán uso de este sistema con su matrícula o número de usuario, para realizar la renovación de los libros en préstamos a domicilio de modo que este proceso sea más accesible para el usuario. Se observó que el sistema de renovación beneficia a la comunidad estudiantil y profesores de la División Académica de Informática y Sistemas, siendo un sistema al cual se podrá acceder desde Internet; también se beneficia la biblioteca Cesar O. Palacio Tapia para obtener una mejor administración de acuerdo al proceso de renovación del acervo bibliográfico.

Como trabajo futuro se pone a disposición de la Biblioteca para que se adaptado para conectarse directamente con la base de datos productiva, se hagan las adecuaciones correspondientes, la implementación en la misma y en su caso la implementación de todas las bibliotecas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Referencias

- [1] Universidad de Colima, «SIABUC,» 2017. [En línea]. Available: <http://siabuc.ucol.mx/>. [Último acceso: 2 mayo 2017].
- [2] UJAT, Reglamento Del Sistema Bibliotecario, Villahermosa: UJAT, 2011.
- [3] J. A. Senn, Análisis y Diseño de Sistemas de Información, Georgia State University: McGraw-Hill, 1992.
- [4] J. Whitten, L. Bentley y K. Dittman, System Analysis & Design Methods, McGraw-Hill, 2004.
- [5] L. A. Domínguez, Análisis de Sistemas de Información, Red Tercer Milenio, 2012.
- [6] C. J. Date, Introducción a los Sistemas de Base de Datos, Pearson Educación, 2001.

- [7] Oracle, «Oracle,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.oracle.com/technetwork/es/database/express-edition/overview/index.html>. [Último acceso: 3 mayo 2017].
- [8] J. Ivar, B. Grady y R. James, El Proceso Unificado de Desarrollo de Software, Addison Wesley, 2000.
- [9] M. Halvorson, Aprende ya Visual Basic 2005, México: McGraw-Hill, 2007.
- [10] F. Ramírez, Aprende Practicando ASP.NET usando Visual Studio 2012, México: Alfaomega, 2012.
- [11] R. Hernández Sampieri, Metodología de la Investigación, Mc Graw-Hill, 2010.
- [12] I. Sommerville, Ingeniería del Software séptima edición, Madrid, España: Pearson educación, 2001.

Experiencia en la implementación de espacios para el aprendizaje de habilidades globales mediada por las TIC como parte de la estrategia de internacionalización de la Universidad de Guadalajara

José Guadalupe Morales Montelongo¹, Berenice Martínez Álvarez², Citlalli Rosalba Rodríguez Rodríguez³, Edna Minerva Barba Moreno⁴, Luis Alberto Gutiérrez Díaz de León⁵.

Coordinación General de Tecnologías de Información, Universidad de Guadalajara, Av. Juárez 976, Guadalajara, Jalisco, México. ^{1,2,4,5}
Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara, Av. Nuevo Periférico No. 555 Ejido San José Tatepozco, C.P. 45425, Tonalá Jalisco, México. ³

¹Jose.Gpe.Morales@redudg.udg.mx, ²Bere@redudg.udg.mx, ³citlalli.rodriguez@cutonala.udg.mx,

⁴Edna.Barba@redudg.udg.mx, ⁵Luis.Gutierrez@redudg.udg.mx

Resumen. Este trabajo presenta el proyecto de implementación de los Centros de Aprendizaje Global (CAG) en la Universidad de Guadalajara, enmarcado en la estrategia institucional de internacionalización que busca integrar a los estudiantes en un entorno multicultural mediante el aprendizaje de idiomas y el desarrollo de habilidades globales, a través de espacios y tecnologías recientes. Este esfuerzo universitario permitió la habilitación de 16 espacios para la adquisición de habilidades globales y multiculturales mediadas a través de tecnologías de información y comunicación, y realizado además por la colaboración de las dependencias encargadas de la internacionalización, las tecnologías de información, la gestión de adquisiciones, así como de los propios centros universitarios y el Sistema de Universidad Virtual (SUV) de la Universidad de Guadalajara. Se presenta a continuación el proceso llevado a cabo, el equipamiento base para los Centros de Aprendizaje Global, su implementación, así como los resultados de un estudio acerca del impacto que estos espacios han tenido en los estudiantes.

Abstract. This paper describes the Global Learning Centers implementation project at University of Guadalajara. Those learning centers results from the university's internationalization roadmap that encourage students in developing global competences and practicing foreign languages into well-designed spaces and cutting edge technologies. A number of university offices worked in collaboration to became into reality those 16 learning spaces along the university network. Following in the paper is presented the administration process, the technology implemented and the positive effect in students.

Palabras clave: Centros de Aprendizaje Global, Universidad de Guadalajara, espacios de aprendizaje, habilidades globales, internacionalización, entorno multicultural.

Eje temático: Innovación en TIC

1 Introducción

1.1 Red Universitaria de Jalisco

La Universidad de Guadalajara es la segunda universidad pública más grande de México, y está organizada como una Red Universitaria conformada por una comunidad educativa de 270,309 estudiantes; misma que es atendida en 6 centros universitarios en la Zona Metropolitana de Guadalajara, 7 centros enclavados en las diversas regiones del estado de Jalisco, un Sistema de Universidad Virtual y 151 planteles del Sistema de Educación Media Superior.

Con más de 120,298 estudiantes en el nivel superior, la institución cuenta con 110 programas de pregrado, y atiende al 45% de la población que cursa el nivel superior en Jalisco [1].

1.2 Estrategia de internacionalización

El escenario actual exige a los egresados el uso práctico de al menos un segundo idioma, lo que demanda a las instituciones de educación superior encauzar esfuerzos en este sentido [1]. La Organización para la

Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) define tres tipos de competencias que son importantes en el siglo XXI [3]:

- El uso y aplicación de tecnologías.
- Contar con habilidades cognitivas y de pensamiento crítico en conjunto con las habilidades para su aplicación, con la finalidad de usar las tecnologías para aprender de manera efectiva.
- Contar con otras habilidades para la sociedad del conocimiento que no necesariamente integran la tecnología como los temas de impacto global, la sensibilidad intercultural, etcétera.

La internacionalización, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Institucional 2014-2030 de la Universidad de Guadalajara, es un elemento clave que se pretende extender en su comunidad estudiantil y académica, puesto que hoy en día es de suma importancia contar con competencias globales que ayuden al estudiante a tener un mejor desempeño en los ámbitos profesionales, personales y culturales [4].

Para lograrlo, la institución ha definido una serie de estrategias que coadyuvan a este fin; entre ellas se encuentran “fomentar el aprendizaje de idiomas extranjeros entre el personal universitario de la red” y “fortalecer la infraestructura física y de servicios de apoyo a la internacionalización” (p. 75).

Es por ello que se creó la Política Institucional de Lenguas Extranjeras [7] con la que se busca el desarrollo de competencias lingüísticas para disponer de una lengua adicional a la materna, particularmente la lengua inglesa. Para dar seguimiento a la política antes mencionada, se creó el Programa Institucional de Lenguas Extranjeras (FLIP, por sus siglas en inglés) que procurará llevar a cabo las acciones necesarias para “formar individuos bilingües funcionales, que sean capaces de actuar en diferentes contextos a través de un inglés internacional de corte académico” (p. 4). Asimismo, poder brindar las actualizaciones y certificaciones que sean necesarias al personal académico dedicado a la enseñanza de esta lengua.

Como parte de los servicios que soportan las actividades de internacionalización, destacan los espacios denominados Centros de Aprendizaje Global (CAG) que brindan diversos recursos tecnológicos que posibilitan a los estudiantes el desarrollo de actividades para el aprendizaje de idiomas y la interacción con comunidades nativas de la lengua que se desea practicar.

2 Centros de Aprendizaje Global

2.1 Centros de Autoacceso para el Aprendizaje de Idiomas

La Universidad de Guadalajara busca estar a la vanguardia en espacios de enseñanza, razón por la cual se ha preocupado de integrar tecnologías para el aprendizaje, con la finalidad de enriquecer los procesos de aprendizaje de su comunidad estudiantil, y con ello incrementar la calidad y pertinencia de sus programas de estudios.

De esta manera, en 2005 se implementaron Centros de Autoacceso para el Aprendizaje de Idiomas (CAA) en 14 centros universitarios, con el objetivo de incentivar el aprendizaje autogestión de idiomas de la comunidad universitaria, mediado por equipos de cómputo, software multimedia, material impreso y audiovisual (en formatos CD y DVD). Estos espacios fueron conceptualizados como una evolución de los primeros laboratorios para la práctica de idiomas.

2.2 Evolución hacia los Centros de Aprendizaje Global

Con los avances tecnológicos y el nuevo escenario global que presenta nuevas y crecientes necesidades para integrar a los estudiantes en un entorno competitivo, se conceptualizó un proyecto para la renovación de los espacios y la actualización tecnológica de los mismos con cargo a fondos federales administrados por la Secretaría de Educación Pública (SEP), dedicados a la actualización de programas educativos de las universidades públicas.

De esta manera, en 2014 se integró el proyecto para la creación de los Centros de Aprendizaje Global (CAG) que tienen como objetivo brindar servicios para facilitar el aprendizaje conectado, global y abierto en donde se privilegie la convivencia y colaboración con estudiantes extranjeros, así como impulsar la integración de estrategias didácticas y pedagógicas innovadoras, por parte de los académicos, para mejorar los procesos de aprendizaje. Respecto del cuerpo académico, estos espacios les permitirán desarrollar actividades tendientes a la formación y certificación de profesores en el idioma inglés. Entre las principales funciones de estos espacios destacan las siguientes [5]:

- Aprendizaje de idiomas en línea y sin costo.
- Certificaciones de idiomas.

- Uso de Cursos Masivos Abiertos en Línea (MOOC, por sus siglas en inglés), así como de Recursos Educativos Abiertos (REA).
- Espacios para la interacción de estudiantes nacionales y extranjeros.
- Aprendizaje colaborativo y ubicuo, centrado en el estudiante.
- Infraestructura y servicios de calidad internacional.
- Uso de tecnología de vanguardia para vincular a los usuarios con la globalidad.

2.3 Modelo base del Centro de Aprendizaje Global

El proyecto conceptualizó los espacios para contar con las condiciones de infraestructura y servicios plasmadas en la Fig. 2:

- Mobiliario acorde con las particularidades de los espacios que dedica cada centro universitario.
- Colecciones de contenidos de aprendizaje.
- Servidores de procesamiento y almacenamiento para disponer de los contenidos digitales.
- Solución tecnológica de procesamiento, almacenamiento y comunicación para habilitar una red federada de contenidos educativos enfocados en el autoaprendizaje de lenguas y culturas.



Fig. 2. Disposición tecnológica de los Centros de Aprendizaje Global.
Fuente: Propuesta de aplicación FECES 2014 [6].

La infraestructura y equipamiento base establecido para cada espacio fue definido, según se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Infraestructura base establecida para los Centros de Aprendizaje Global. **Fuente:** Elaboración propia.

Categoría	Componentes
Infraestructura de procesamiento y almacenamiento	2 servidores de procesamiento 1 sistema de almacenamiento con capacidad de 5 TB
Infraestructura de conectividad	3 puntos de acceso para brindar servicio de red inalámbrica 3 equipos de conmutación para la conectividad del espacio
Acondicionamiento del espacio	Circuito cerrado de videovigilancia Equipos de gestión de energía
Mobiliario	Mobiliario para el espacio
Equipamiento para la colaboración	2 equipos de escritorio 1 equipo de videoconferencia 2 pantallas de colaboración 1 sistema de audio con 2 bocinas
Equipamiento para usuarios	40 tabletas electrónicas 40 equipos de cómputo portátil 80 audífonos
Software especializado	Dos colecciones de contenidos de aprendizaje Software especializado para el despliegue de contenidos interactivos con la finalidad de fortalecer la adquisición de habilidades.

Algunas alternativas tecnológicas elegidas por los centros universitarios para su adquisición, en los rubros antes referidos, fueron los siguientes:

- Equipo de cómputo portátil: Apple y HP.
- Tabletas: Lenovo, Apple y Samsung.
- Carrito para la administración de tabletas: Ergotrón.
- Software especializado: Rosetta Stone, Tell me more, Going global y Fluenz.

3 Proyecto para la implementación de los CAG

Con la visión y liderazgo del Rector General y el Consejo de Rectores, en 2014 se integró una comisión para el seguimiento de este proyecto, quedando integrada por la Coordinación General de Cooperación e Internacionalización (CGCI), que conceptualizó el proyecto, y que lideró los trabajos; la Coordinación General de Tecnologías de Información (CGTI), dependencia que brindó al proyecto la asesoría necesaria en materia de TIC; el Consejo Técnico de Tecnologías de Información (CTTI), organismo consultivo y de planeación de TIC de la institución, integrado por los responsables de tecnologías de los centros universitarios y sistemas de educación de la Universidad; y la Coordinación General Administrativa (CGADM), dependencia que brinda soporte a los diversos procesos de adquisición y comprobación de los recursos ejercidos.

La primera acción llevada a cabo fue un diagnóstico de los CAA para conocer el estatus de éstos en cuanto al equipamiento tecnológico, servicios académicos ofrecidos y espacios físicos. Una vez que se obtuvo la información, y al tener presente la influencia de los avances de la tecnología en la enseñanza de idiomas y en los procesos de internacionalización, se generó la propuesta para transformar los CAA en Centros de Aprendizaje Global (CAG).

Con la información previa se procedió a realizar las fases del proyecto en las que se integraron los requerimientos tecnológicos, se realizaron las gestiones para la adquisición del equipamiento a través de licitaciones públicas. Después las Coordinaciones de Tecnologías para el Aprendizaje (CTA), instancias de TIC de los centros universitarios, en conjunto con el responsable el CAG del propio centro, tuvieron a cargo el seguimiento de las diversas actividades para poner en operación el espacio. De esta manera, los centros universitarios y el SUV procedieron con la habilitación del espacio físico destinado al CAG, ya fuera la remodelación del CAI existente o la definición de un nuevo espacio.

4 Funcionamiento de los Centros de Aprendizaje Global

4.1 Estudio de uso y aprovechamiento de los CAG

Como parte del seguimiento del proyecto de habilitación de los CAG, la Universidad de Guadalajara realizó un estudio para evaluar el funcionamiento, cumplimiento de objetivos e impacto de estos espacios en la Red Universitaria, en voz de los responsables de los CAG y sus usuarios [5]. Para ello se generó una serie de instrumentos y metodologías para obtener un panorama del funcionamiento de los CAG, a través de cuestionarios estructurados, entrevistas semiestructuradas, revisión del equipamiento y una encuesta online in situ.

Con la participación de 2,665 usuarios que visitaron el espacio en un período de 5 días hábiles, y entrevistas con los responsables de los espacios se obtuvo información importante acerca del aprovechamiento de estos espacios y el impacto en la comunidad estudiantil.

4.2 CAG en operación

La mayoría de los centros universitarios habilitaron completamente sus espacios con los elementos tecnológicos deseados, como se muestra en las Fig. 3 y 4. Resta solamente completar algunos CAG, mismos que ya disponen de un avance mayor al 80% en la habilitación e instalación del equipamiento, y que operan parcialmente.



Fig. 3. A la izquierda el Centro de Aprendizaje Global del Centro Universitario de Tonalá (CUTonalá) y a la derecha el Centro de Aprendizaje Global del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS).

Fuente: Estudio sobre los Centros de Aprendizaje Global [5].

4.3 Idiomas ofertados

En el análisis de la oferta de idiomas disponibles en los Centros de Aprendizaje Global presentada en la Fig. 5, destaca que la mayoría ofrece 7 idiomas: inglés, francés, alemán, italiano, japonés, portugués y chino.

Destaca el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) al ofertar ruso, árabe y coreano, también. En este mismo centro, y en el de Ciencias Exactas e Ingenierías se ofertan además cursos de español para extranjeros. Sólo 3 brindan exclusivamente el idioma inglés.

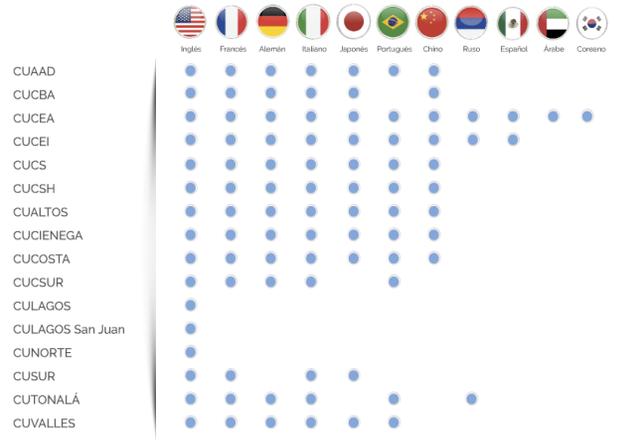


Fig. 5. Idiomas que son ofertados en los Centros de Aprendizaje Global.

Fuente: Estudio sobre los Centros de Aprendizaje Global [4].

4.5 Aprovechamiento de las videoconferencias

Aunque el uso del servicio de videoconferencia en los CAG es marginal, los ubicados en los centros universitarios regionales de la Costa Sur, del Norte y del Sur, realizan prácticas del idioma inglés por videoconferencia; destaca entre ellos el Centro Universitario del Norte que está situado en una zona indígena de difícil acceso del estado de Jalisco.

4.6 Capacitación de los responsables de los CAG

Para la operación de los CAG es importante que los responsables tengan la capacitación técnica para el aprovechamiento de las funcionalidades de los equipos instalados en el espacio, misma capacitación que fue impartida al 90% de los responsables.

5 Conclusiones

La Universidad de Guadalajara trabaja en diversos ejes para integrar experiencias globales, como la adquisición de una segunda lengua, con la intención de fortalecer el perfil de egreso de los estudiantes y facilitar su incorporación en organizaciones y empresas con alcance global. En décadas recientes, el intercambio de estudiantes con instituciones extranjeras era el esfuerzo principal para incorporar experiencias de internacionalización al perfil de egreso.

No obstante ahora, con el importante avance en las tecnologías de información y comunicación, las posibilidades se han expandido, por lo que estos esfuerzos se han diversificado de manera importante. La participación de estudiantes en cursos masivos (MOOC) en idioma inglés, el uso de videoconferencias para conversar con estudiantes de otras instituciones en el lenguaje nativo, así como la participación en redes temáticas para la generación de proyectos multidisciplinarios y de colaboración interinstitucional constituyen nuevas dimensiones en el ámbito de la internacionalización de las Instituciones de Educación Superior.

En este sentido, los Centros de Aprendizaje Global implementados por la institución constituyen un importante esfuerzo para acercar tecnologías que favorezcan de manera importante el aprendizaje de idiomas y fortalezcan el perfil global de los egresados. Con la aceptación que estos espacios tienen entre la comunidad estudiantil, es fundamental impulsar la operación completa de los que ya brindan parcialmente sus servicios. El aprovechamiento de estos espacios, así como la difusión de sus servicios debe reforzarse para captar a los estudiantes próximos a egresar.

Con proyectos de esta naturaleza la Universidad de Guadalajara seguirá apostando por desarrollar el perfil internacional y de habilidades globales en su comunidad estudiantil.

Agradecimientos

Este proyecto es el resultado del trabajo colaborativo de diversas dependencias y centros educativos de la Universidad de Guadalajara, apoyado por la visión del Rector General de la institución, el Mtro. Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla, y el Consejo de Rectores, se generaron las directrices para su implementación y ejecución.

El proyecto fue financiado con recursos del Fondo para Elevar la Calidad de la Educación Superior (FECES) 2014; recursos concursables que reconocen el desempeño institucional y las mejoras en la calidad de los servicios y programas educativos de las universidades públicas estatales, y que son administrados por la Secretaría de Educación Pública como parte de los programas del Gobierno Federal de México.

Finalmente, es importante reconocer y agradecer al equipo de profesionales que contribuyeron en las distintas fases del proyecto, desde su conceptualización, diseño, implementación y operación de los espacios, así como el equipo que participó en la gestión financiera, en los procesos de adquisición y la gestión del proyecto.

Referencias

- [1] Bravo Padilla, I.T.: Informe de Actividades 2016. Universidad de Guadalajara, (2017), <http://www.rectoria.udg.mx/sites/default/files/IA2016-mensajeTBP.pdf>
- [2] Red Universitaria de Jalisco: Portal Institucional de la Universidad de Guadalajara, (2017), <http://www.udg.mx/es/red-universitaria>
- [3] Organisation for Economic Cooperation and Development: Giving Knowledge for Free: The Emergence of Open Educational Resources, 2007
- [4] Universidad de Guadalajara: Plan de Desarrollo Institucional Visión 2030, (2014), <http://www.udg.mx/sites/default/files/Universidad%20de%20Guadalajara%20-%20Plan%20de%20Desarrollo%20Institucional%20-%20Visi%C3%B3n%202030-1.pdf>
- [5] Universidad de Guadalajara: Centros de Aprendizaje Global: Análisis de estatus y aprovechamiento, (2017).
- [6] Universidad de Guadalajara: Propuesta para la aplicación de los recursos FECES 2014. Fondo para Elevar la Calidad de la Educación Superior (FECES), (2014), <http://www.cr.udg.mx/sites/default/files/05Presentaci%C3%B3n%20FECES%20CR-Junio%202014.pptx>
- [7] Universidad de Guadalajara: Política Institucional de Lenguas Extranjeras. Disponible en <http://udgflip.com/conoce-flip/politica-institucional-de-lenguas-extranjeras/>

Inteligencia emocional en la enseñanza-aprendizaje de estudiantes de ingeniería de software de la universidad estatal de sonora, UASLRC.

AREA DE CONOCIMIENTO: Educación en TI

MC. Gildardo Rodríguez Torres ¹ MD. Jorge Enrique Gaytán Baltazar ² MA. Verónica Barrientos González ³
DR. Luis Rey López Salazar ⁴

¹ Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica San Luis R. C. grt_5529@yahoo.com Av. Benito Juárez No. 188 Cd. Morelos, Mexicali, B.C. CP. 21960 Cel. 6869460345

² Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica San Luis R. C. jorgegaytanb@gmail.com Av. Colima y Calle Yocupicio No. 404, Col. Ruíz Cortínez, San Luis R. C. CP. 83479 Cel. 6531175305

³ Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica San Luis R. C. barrientos_v@yahoo.com Av. Camelias B. No. 1605 Col. Mezquite San Luis R. C. CP. 83488 Cel. 6531056635

⁴ Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica San Luis R. C. rey.luis@gmail.com Av. Juárez 2383 Fracc. Residencias, San Luis R.C. Sonora CP: 83448 Tel. 6531232120

RESUMEN

La presente investigación se pretende determinar el impacto de la inteligencia emocional en el Programa Académico de ingeniería de software de la Universidad Estatal de Sonora (UES). Considerando las teorías de Inteligencia Emocional de Gardner y Goleman para demostrar lo anterior, se plantearon las hipótesis a comprobar, se aplicaron los instrumentos de recolección de datos a una muestra de noventa y un estudiantes. Los resultados muestran que el educando cuenta con un entorno emocional positivo de parte de la Universidad, profesores y compañeros. Sin embargo, no se percibe un impacto emocional positivo sustancial en su desempeño académico. Finalmente, en base a los resultados obtenidos, se presentan sugerencias de educar en la inteligencia emocional a fin de elevar la calidad académica de la Universidad Estatal de Sonora.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Emocional, desempeño académico, calidad académica.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como finalidad aportar elementos en el desempeño académico de los estudiantes universitarios así como conocer la relevancia de trabajar con la inteligencia emocional positiva en el logro de las metas y su proyecto de vida. La existencia de factores asociados con el rendimiento académico en el cual se proponen tres categorías determinantes que son: personales, sociales e institucionales. Abordando categorías sobre la comunicación familiar y desempeño académico, permite comprender los factores implícitos en la relación de comunicación familiar y desempeño académico en estudiantes universitarios (Beneyto, 2015). Desde un análisis interpretativo donde el desempeño académico de los universitarios es determinado por un contexto en el cual; intervienen docentes, orientadores y los estudiantes como constructores del conocimiento, pretendiendo desarrollar habilidades sociales que propicien el entendimiento de su complejidad así como las formas de abordar su comprensión como un fenómeno multifactorial, donde las limitaciones en el desarrollo de las relaciones sociales generan riesgos diversos, como abandono escolar, bajo rendimiento, y otras dificultades escolares.

La medición de las habilidades matemáticas y de razonamiento verbal son algunos indicadores predictivos de rendimiento académico; sin embargo, la evaluación del desarrollo de habilidades sociales en los estudiantes y su probable nexos con su futuro desempeño académico queda relegado a un segundo plano y la más de las veces olvidado por los centros de estudio.

Desde la perspectiva, Inteligencia emocional se refiere a la variabilidad interpersonal en el manejo de emociones y que consiste fundamentalmente en la interacción entre emoción y cognición (Goleman, 2009). La inteligencia emocional constituye un aspecto de la personalidad del individuo esencial para el logro del desempeño académico del estudiante universitario que demanda la universidad, el gobierno y la sociedad. La

motivación se constituye como herramienta básica para el logro y prosecución de la meta inicial de los estudiantes (Herrera, 2012).

El trabajo muestra la influencia del comportamiento emocional y su incidencia en el desarrollo humano. Estos aspectos de la personalidad son factores que inciden en el rendimiento académico de manera directa en los discentes. (Jiménez & López-Zafra, 2009).

2. ESTADO DEL ARTE

Los factores asociados al rendimiento académico de los estudiantes de universidades públicas son indicadores clave de la calidad de enseñanza. Por consiguiente se considera una perspectiva de la calidad como eficiencia-eficacia de los logros alcanzados por una institución (Juliá, 2014).

Los factores antes mencionados se agrupan en tres categorías: determinantes personales, determinantes sociales y determinantes institucionales que, a su vez, poseen sus propios indicadores (Ministerio de Educación, 2011). Se hace énfasis en que la búsqueda de la calidad educativa en el sector universitario es un bien deseado por distintos sectores de la sociedad, y por el que luchan las universidades.

La calidad educativa implica una revisión integral de la universidad que incluya estudios sobre el rendimiento académico del alumnado, por lo que sus resultados son un insumo importante, pues permiten conocer elementos obstaculizadores y facilitadores del desempeño estudiantil y, en consecuencia, permiten favorecer el control de los recursos estatales y la medición del impacto social (Grediaga, Rodríguez, & Padilla, 2004).

El rendimiento académico, por ser multicausal, envuelve una enorme capacidad explicativa de los distintos factores y espacios temporales que intervienen en el proceso de aprendizaje. Se asocian con componentes tanto internos como externos del individuo. Para que los estudios del rendimiento académico sean útiles, es importante identificar el tipo de influencia de los factores asociados al éxito o al fracaso del estudiantado; es decir, de los niveles de influencia entre las variables consideradas para determinar qué factores causales y que mediaciones determinan las relaciones entre las distintas categorías de variables personales, sociales e institucionales, estas variables, además ofrecen información de carácter estructural y objetiva (Garbazo, 2007). El desarrollo de habilidades sociales determina el éxito académico. El rendimiento académico como objeto de estudio plantea entender su complejidad y las formas de abordar su comprensión como un fenómeno multifactorial y la evaluación del desarrollo de habilidades sociales en los estudiantes y su probable nexos con su futuro desempeño académico (Garbazo, 2007).

Navarro (2003), menciona las limitaciones en el desarrollo de las relaciones sociales generan riesgos diversos, como abandono escolar, bajo rendimiento y otras dificultades escolares. Dadas las consecuencias, las relaciones sociales deben considerarse como la primera de las cuatro asignaturas básicas de la educación, es decir, aunada a la lectura, escritura y aritmética. Cabría la reflexión en torno a la importancia de vincular el desarrollo de las habilidades sociales y el éxito académico. Estudio de la inteligencia emocional, la motivación se constituye como herramienta básica para el logro y prosecución de la meta inicial de los estudiantes.

Los docentes deben poner en práctica sus habilidades de regulación emocional como herramienta en la gestión de la clase. Lo cual permite tener disciplina, alcanzar metas académicas y lograr relaciones positivas en el aula. Un Docente con habilidades de regulación emocional sabe alentar a sus alumnos para motivarlos hacia el logro de sus metas académicas, o hacerlos sentir cautelosos y precavidos ante un examen, o bien ser un mediador reflexivo y ecuánime cuando dos estudiantes pelean en el aula, disminuir el calor de una disputa entre ellos, intentando que nadie se sienta afectado (Extremera & Fernández, 2015).

La influencia del comportamiento en el estudio y su incidencia en el desarrollo humano, evidencian debilidades no solo desde la motivación intrínseca o extrínseca de los estudiantes, sino desde la institución universitaria y su funcionamiento. Por ello, es tarea de la orientación y de la comunidad universitaria diseñar estrategias efectivas que permitan el abordaje e intervención a través de un plan de acción que ofrezca alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo. Lo cual hace necesario modificar las prácticas y buscar nuevas alternativas que fomenten el intercambio colectivo en la búsqueda de soluciones que beneficien no solo la motivación de los estudiantes, sino un nuevo enfoque social que beneficie a la comunidad universitaria (Brunstein, 2007).

Existe una correlación prácticamente nula entre el coeficiente intelectual y la inteligencia emocional. Un análisis de regresión jerárquica mostró relaciones significativas en mediciones de inteligencia emocional con algunos indicadores de rendimiento académico en estudiantes universitarios. Podría ocurrir por tanto, que más allá de un cierto nivel intelectual, sean otros factores de tipo personal los que mantengan relaciones significativas con el logro académico (Pérez & Castejón, 2006).

Las limitaciones en el desarrollo de las relaciones sociales generan riesgos diversos, tales como abandono escolar, bajo rendimiento y otras dificultades escolares. Generalmente en las instituciones educativas se practican exámenes de ingreso, de manera específica en las escuelas de educación media superior y superior, donde se contempla la evaluación de las habilidades matemáticas y de razonamiento verbal entre algunos de

sus indicadores predictivos de rendimiento académico. Sin embargo, la evaluación del desarrollo de habilidades sociales en los estudiantes y su probable nexos con su futuro desempeño académico queda relegada a un segundo plano, y la mayoría de las veces, olvidado por dichos centros de estudio.

De ahí la importancia de reflexionar sobre el vínculo que existe en el desarrollo de las habilidades sociales y el éxito académico, así como generar investigación para comprender dicho fenómeno (Navarro, 2003).

3. METODOLOGIA

Se adoptó un enfoque cuantitativo para esta investigación, este surgió de una rama de la filosofía llamada positivismo lógico que tiene reglas estrictas de la lógica, verdad, leyes y predicciones. Donde el investigador es objetivo, no se permite valores, sentimientos, percepciones personales para influir en las observaciones de la realidad (Burns & Grove, 2005).

Las características científicas del método cuantitativo, que tiene como objetivo explicar, predecir y controlar los fenómenos, incluyendo los educativos. Este método mantiene una visión objetiva y positivista de la realidad educativa, identificándola con el mundo de las realidades naturales, se basa en fenómenos observables que sean susceptibles de medición, análisis estadístico y control experimental, utiliza la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación, confía en la medición numérica y el uso de la estadística.

La flexibilidad de este método son las técnicas interactivas de recolección de datos, como entrevistas, talleres y discusión en grupo. Este enfoque es una forma de encarar al mundo desde la interioridad de los sujetos sociales del contexto y de las relaciones que se establecen (Galeano, 2004).

La investigación cuantitativa se nutre epistemológicamente de la hermenéutica y la fenomenología. La hermenéutica considera a los actores sociales como objetos de estudio con capacidad de reflexionar como seres libres y autónomos. Se interesa en comprender los fenómenos, da prioridad a la comprensión y al sentido. La fenomenología objeta la ruptura positivista entre el sujeto y el objeto, considera que el conocimiento se encuentra en las características sociales y personales del observador. Los procesos sociales son percibidos a gustos e intereses de los actores sociales; no existe un espíritu universal y unánimemente aceptado (Monje, 2011).

Se utilizó el método correlacional, para medir el grado de relación que eventualmente pueda existir entre dos o más conceptos o variables en el estudiante universitario de la Universidad Estatal de Sonora, concretamente en la carrera de Ingeniero en Software, dado que el contexto se adapta al este método (Cazau, 2006).

El estudio se caracteriza por aplicar distintos tipos de investigación a lo largo del trabajo, iniciando con exploratorio y/o descriptivo, explicativo y correlacional.

Se llevó a cabo la revisión de la literatura para encontrar antecedentes; con los elementos anteriores se aplica la investigación correlacional (Toro, 2006). Los fenómenos que se explican tienen en relación con los individuos, los grupos humanos y las instituciones que se crean; en general la acción humana que tiene cierto tipo de consecuencia o manifestación. Cuando se habla de población, esta se asocia a un conjunto de individuos, grupos o instituciones los cuales tienen determinadas características que selecciona el investigador como unidades de análisis (Moreno, 2000).

En la presente investigación, la unidad de análisis es la población estudiantes inscritos a la carrera de Ingeniería de Software de la Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica San Luis Río Colorado (Hernández, 2014). Para el análisis de la población es posible generalizar tomando solo algunos elementos de la población que se denomina muestra (Pardinas, 2005).

El grupo objeto de estudio (los alumnos de Ingeniería de Software), tienen las siguientes características: pertenecer a la Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica San Luis Río Colorado y estar inscritos en la carrera de Ingeniería de Software. Las edades de los estudiantes fluctúan entre los 17 y 25 años, el nivel socioeconómico es de clase media y cerca del 90% son del sexo masculino. Se tomó una muestra representativa y suficiente de acuerdo a las características de 91 individuos de entre una población de 200 alumnos, con la finalidad de optimizar tiempo y costos, dando como resultado mayor precisión.

El cuestionario se elaboró con un conjunto de preguntas preparadas cuidadosamente, sobre los hechos y aspectos que interesan en la presente investigación. Las preguntas se redactaron con un lenguaje adecuado que facilita la comprensión de los estudiantes entrevistados.

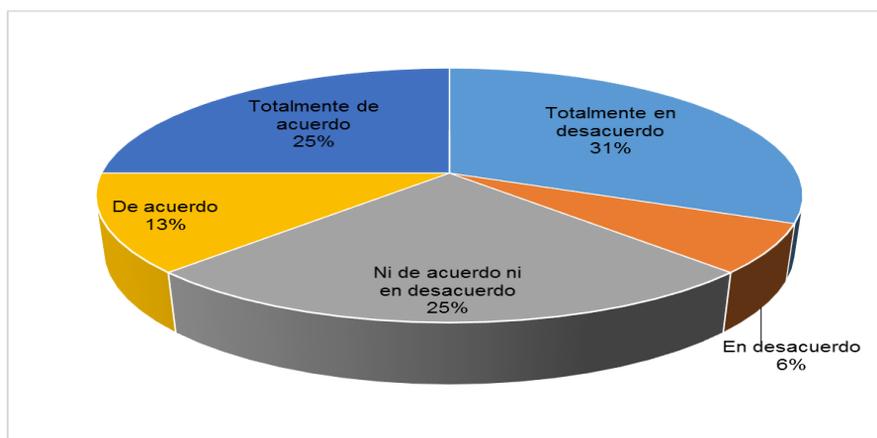
El diseño del cuestionario es estructurado, puesto que es fácil de responder, utilizando la escala de Likert y preguntas de opción múltiple. Para realizar la validez del instrumento se utilizó el Alfa de Cronbach, así como el programa Staticals Package for Social Sciences (SPSS), orientándose hacia la consistencia interna de la prueba, hace correlaciones de los ítems para saber si están o no estandarizados. Se realizó un cuestionario piloto, con 15 ítems, con preguntas en escala de Likert, dicotómicas y de opción múltiple, se realizó una prueba piloto a 10 estudiantes para identificar errores.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

La mayoría de los alumnos consideran que la universidad proporciona energía y ambiente de aceptación, donde las autoridades universitarias hacen sentir importante el desempeño académico de los discentes. La mayoría de los alumnos perciben que la institución se preocupa por que el alumnado cuente con un ambiente cómodo y con todos los elementos necesarios para el logro de su desempeño académico. En general los alumnos tienen una buena percepción de la relación de sencillez y calidez que permite su desarrollo, lo que da un sentimiento de orgullo y pertenencia, representando así un espacio de superación y logro de sus metas personales y profesionales.

Asimismo opinan que los docentes se preocupan por su desempeño académico y el logro del aprendizaje, estos tienen la disposición que les genera confianza para acercarse a resolver dudas académicas que pudieran surgir a través de su preparación. La mayoría considera que la personalidad de los docentes les transmite una sensación de cordialidad, de que través del esfuerzo se logrará un óptimo desempeño. Consideran que cuando el docente hace una observación por el pobre desempeño, adoptan una actitud de madurez para asumir la responsabilidad y mantener una visión optimista que les ayuda a mejorar su rendimiento académico. Los alumnos consideran que una actitud positiva, aun en situaciones donde se les exige participación e investigación para desarrollo de los temas en clase, es necesaria para el éxito de su conocimiento y logro de sus metas.

Gráfica No. 13 Temo a burlas de los compañeros cuando pregunto al docente algo que no comprendo en clases



Fuente: Elaboración propia.

Los alumnos consideran que sus compañeros pueden ser un gran apoyo en el proceso educativo y contribuye a generar un buen ambiente, recibiendo la motivación de sus compañeros para la comprensión de algún tema en clase. Existe opinión dividida sobre el temor a burlas de los compañeros cuando se externa una pregunta al docente en clase por falta de comprensión de algún tema. La mayoría considera que no le afecta a su desempeño académico.

Sin embargo se percibe una actitud de inmadurez por parte de compañeros cuando alguno externa una duda, el comportamiento y ambiente grupal es negativo y en la mayoría impacta negativamente en el desempeño académico.

5. CONCLUSIONES

Los datos obtenidos muestran que alrededor de un 80% de los estudiantes estiman que la universidad proporciona los elementos emotivos y herramientas académicas que favorecen su desempeño académico, considerando que debe ser un 100% y no dejar un rezago del 20% de los estudiantes.

La función del docente en el proceso enseñanza –aprendizaje, muestra que aproximadamente un 75% de los estudiantes perciben que el profesor tiene interés afectivo y profesionalismo para guiarlos al logro de su desempeño académico, teniendo un rezago del 25% de los estudiantes para lo cual es necesario mejorar en la inteligencia emocional.

Las relaciones entre los alumnos en la convivencia cotidiana durante su estancia en la universidad mantienen una sana relación afectiva-emocional con sus compañeros, demostrando así que los compañeros universitarios se brindan apoyo mutuo en el desempeño de sus actividades académicas, teniendo un valor positivo en el resultado de la investigación.

RECOMENDACIONES

Es necesario proporcionar cursos a los estudiantes sobre inteligencia emocional, para erradicar las actitudes de inmadurez en aspectos que lesionan la autoestima de otros al momento de externar sus dudas frente a grupo, o realizar aportaciones en clase, asumiendo una actitud desmotivadora que genera un ambiente poco cordial, al mismo tiempo reforzar las actitudes positivas de apoyo y aceptación hacia sus compañeros. Por ello, es tarea de la comunidad universitaria, orientar, fomentar y diseñar estrategias efectivas que permitan el abordaje e intervención a través de un plan de acción que ofrezca alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo. Se hace necesario modificar conductas negativas con la práctica e implementación de nuevas alternativas que fomenten el intercambio colectivo en la búsqueda de solución que beneficien no solo la motivación de los estudiantes sino un nuevo enfoque social que beneficie a toda la comunidad universitaria (Brunstein, 2007)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Beneyto, S. Entorno familiar y rendimiento académico. España. Área de innovación y desarrollo, S.L., 2015.
- [2] Brunstein, S. (2007). Motivación Hacia el Estudio en el Contexto Universitario. México. Revista Mexicana de Orientación Educativa, V (12), 2007.
- [3] Burns, N. & Grove, S. Investigación en enfermería. España. Elsevier, 2005.
- [4] Cazau, P. Introducción a la investigación en ciencias sociales. Tercera Edición. Buenos Aires, 2006
- [5] Extremera, N. & Fernández, P. Inteligencia emocional y educación: Psicología. Madrid. Editorial Grupo 5, 2015
- [6] Galeano, M. María, E. Diseño de proyectos en la investigación cualitativa. Madrid. Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2004.
- [7] Garbazo, V. & Guiselle, M. Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. Costa Rica. Revista educación., 2007.
- [8] Goleman, D. & González, R., trad. & Mora, F. trad. Inteligencia emocional. Barcelona: Kairós, 2009.
- [9] Grediaga, K. Rodríguez, J. & Padilla, L. Políticas públicas y cambios en la profesión académica en México en la última década. México. (ANUIES), 2004.
- [10] Hernández, R. Metodología de la Investigación (6ta ed.). México. Mc Graw Hill, 2014.
- [11] Ministerio de Educación, Evaluación general de diagnóstico 2010. Educación Secundaria Obligatoria. España. Instituto de Evaluación, 2011.
- [12] Monje, C., Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa - Guía didáctica Sur. Colombia. Neiva : Universidad Surcolombiana, 2011.
- [13] Moreno, M. Introducción a la Metodología de la investigación educativa II. México. Progreso S.A. de C.V., 2000.
- [14] Herrera, F. Motivación, estrategias de aprendizaje y rendimiento académico, en alumnos de Nutrición y Dietética de la Universidad del Desarrollo. Chile. Universidad de Concepción, 2012.
- [15] Juliá, J. De buenas universidades a mejores universidades, esa es la cuestión. México. Tecno, 2014.
- [16] Navarro, R. El desarrollo de habilidades sociales ¿determina el éxito académico? RED científica, 2003.
- [17] Pardini, F. Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales. México. Siglo XXI Editores, S.A. de C.V., 2005.
- [18] Pérez, N. & Castejón, J. La inteligencia emocional como predictor del rendimiento académico en estudiantes universitario. Revista Española de Humanidades y Ciencias Sociales y Jurídicas, 2006.
- [19] Toro, I. Métodos y Conocimientos Metodología de la Investigación. Colombia. Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2006.

Propuesta de una aplicación para Pago Móvil SWPayCard

Cómputo móvil

Fernando Robles Casillas ¹, María Magdalena Becerra López ¹, Caritina Ávila López ¹, Mayra López Frausto ¹, Julia Elizabeth Calderón Reyes ¹

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes - Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote.
Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags., 20256. México
frobles@mail.ita.mx

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes - Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote.
Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags., 20256. México
magda1900@gmail.com

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes - Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote.
Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags., 20256. México
cary0607@yahoo.es

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes - Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote.
Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags., 20256. México
mlofthe3c@gmail.com

¹ Instituto Tecnológico de Aguascalientes - Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote.
Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags., 20256. México
calderon0reyes@gmail.com

Resumen. Las aplicaciones móviles se han vuelto muy populares dentro de los negocios, y los organismos financieros no son la excepción, la actualización de la banca con las diversas tecnologías hace aún más rentable los negocios que poseen la capacidad de aceptar pagos con tarjetas de crédito y/o débito, aumentando la clientela y reteniendo a los antiguos clientes. En el presente trabajo se muestra la aplicación SWPayCard con la cual se puede realizar pagos de forma segura desde un teléfono móvil, cuenta con un sistema de seguridad interno que cuida que una transacción bancaria sea segura para ambas partes, un diseño innovador y puede hacer crecer un negocio exponencialmente.

Palabras Clave: Aplicación móvil, Servicios bancarios, Tarjetas bancarias, Pago móvil.

Abstract. Mobile applications have become very popular within business, and financial agencies are no exception, upgrading the banking technology technologies there are also more profitable businesses that have the ability to accept payments with the cards of credit and/or debit, increasing the clientele and retaining the old clients. This work shows the application SWPayCard with which you can make payments securely from a mobile phone, has an internal security system that ensures that a bank transaction sea safe for both parties, an innovative design and can grow A Business exponentially.

Keywords: Mobile application, Banking services, Bank cards, Mobile payment.

1 Introducción

Las Instituciones bancarias fueron creadas con el objetivo de resguardar los bienes monetarios de las personas, a lo largo de la historia esta industria se ha ido renovando con el paso del tiempo, desde las innovadoras técnicas FIFO (First in First Out - primero en entrar, primero en salir) para agilizar la atención a sus clientes, ofrecer servicios de banca móvil vía SMS (Safety Management System - sistema de gestión de la seguridad operacional) y navegadores aproximadamente en el año 2001, aunque al principio, como en todo cambio, los clientes dudaban en transmitir información personal como números de cuenta y contraseñas. Las transacciones no monetarias, como la consulta de saldo, se hicieron cada vez más comunes entre los cuentahabientes, y así se fueron acostumbrando poco a poco al pago de servicios a través de medios electrónicos.

Estudios recientes muestran un crecimiento exponencial en la banca móvil [1], constatando que dicho medio de pago se encuentra aún en una etapa inicial a nivel mundial. Para los bancos esto representa la oportunidad para orientar sus servicios a más clientes. El pago móvil es la mejor opción para los servicios financieros ya que el impacto es mayor por ser portátil, los costos del servicio se abaratan por ser automáticos y no hay costos de infraestructura ni empleados [2]. En este trabajo se muestra el funcionamiento de una aplicación SWPayCard (Software Pay Card) que realiza pagos de tarjetas de crédito y débito a través de un dispositivo móvil o tableta, resaltando sus beneficios.

2 Estado del arte

Actualmente la mayor parte de la población mundial cuenta con teléfono móvil y cada día es más común que en las diferentes transacciones comerciales se utilice dinero plástico (tarjetas de crédito o débito) y electrónico o Bitcoin (criptomoneda) [3]. La combinación de las tecnologías móviles con los pagos bancarios se denomina “Pago Móvil”, que es el servicio para realizar transacciones financieras a través de teléfonos celulares como [4]: Transferencia de dinero (entre distintos usuarios de telefonía móvil); compras (comercio electrónico móvil o mCommerce); y pago móvil en el punto de venta (utilizando el propio teléfono y acercándolo a un determinado lector).

Uno de los problemas que representa el pago con algún tipo de tarjeta es la clonación, la cual consiste en la sustracción de la información de dicha tarjeta y el uso indebido de esta para el beneficio de un tercero sin el conocimiento del cuentahabiente. En el 2012 fueron registrados 38,000 casos de pagos no autorizados con tarjetas de crédito y débito según el anuario estadístico de la comisión nacional para protección y defensa de los usuarios de servicios financieros. Grupos como VISA, Google y American Express, están innovando en los métodos de pago a través de dispositivos móviles utilizando diferentes tipos de tecnología de radiotransmisión [2]. En México 77.7 millones de personas cuentan con teléfono celular de uso personal y el 66.3% de la población de México utiliza un teléfono móvil [5]. México representa uno de los países con mayor uso de dispositivos móviles, sobrepasando el 50% de usuarios en la población de todas sus entidades federativas, esto indica un mercado muy amplio para las aplicaciones móviles y el comercio electrónico [5].

Considerando el incremento del uso en las tarjetas bancarias, tecnologías de la comunicación para manejo de capital y el aumento del uso de dispositivos móviles en la digitalización de la banca y trámites que se realizaban de manera presencial se considera crucial que se trasladen con rapidez al sistema *online*, ampliando en el mercado el uso del dinero digital, y aumentando la fiabilidad de cada movimiento electrónico que realice la empresa [6].

2.1 Tipos de tecnología que se pueden usar para pagos móviles.

El estándar *Near Field Communication (NFC)*, es un estándar de tecnología inalámbrica creado por la organización Forum en el 2004, utiliza ondas de corto alcance para conectar dos dispositivos como un móvil y una terminal, la principal característica de esta es la velocidad con la que comunican ambos dispositivos entre sí, y una desventaja es la seguridad, ya que siendo el medio de transmisión de datos el aire, no se está exento a ser víctima de algún fraude [7].

La tecnología *Bluetooth Low Energy (BLE)* es para el intercambio de información mediante bluetooth, pero de bajo consumo (alcance de 10 a 50m). Esta tecnología es compatible con NFC y es la base de iBeacon, un sistema ideado por Apple que detecta la proximidad de terminales compatibles, lo que permite realizar pagos sin contacto y enviar mensajes adaptados, enviando ofertas [8].

Host Card Emulation (HCE) es una tecnología con la cual la información importante del cliente y el producto se almacenan en la nube, la comunicación entre la aplicación en la terminal y la nube debe estar cifrada con altos niveles de seguridad, para evitar fraudes en el caso de que se intercepten las comunicaciones [6].

Los *Códigos de Barra y QR (Quick Response)* son imágenes bidimensionales que se utilizan para guardar información y están diseñadas para una lectura rápida por parte de los dispositivos, un ejemplo de aplicación de esta tecnología es “PagoClick”, con sistema QR a través de un código en el dispositivo móvil, para pagar combustible a través de teléfonos inteligentes en más de 500 estaciones de servicio [5], también Starbucks, desarrolló una aplicación con la cual sus clientes pueden pagar sus bebidas mediante QR [6].

Además, existe la tecnología *Contactless* para la comunicación mediante radiofrecuencia entre un chip y un lector, esta permite realizar pagos con solo acercar el chip emisor al receptor de la señal, este puede estar en el dispositivo móvil o en alguna tarjeta [7]. Adicionalmente, se cuenta con la tecnología *In App*, este tipo de aplicación se basa en que tanto como comprador y vendedor cuenten con un dispositivo móvil, ambos deben tener acceso a Internet y contar con la aplicación gestora, por medio de la cual se genera un código de pago que el establecimiento puede escanear o digitar en el dispositivo para realizar la transacción [7]. Finalmente, el *Mobile Point of Sale (MPOS)* se usa en el tipo de operaciones donde el vendedor usa un teléfono celular con un adaptador, y a través de una plataforma de pago, puede realizar cargos directamente a la tarjeta del comprador [7].

2.2 Ventajas y desventajas de pago móvil

Las principales ventajas que trae el pago móvil a la vida cotidiana de los consumidores son [8]: Cambia por

completo la experiencia de compra, ya que la hace más rápida y cómoda para los clientes y vendedores; aumenta el desarrollo de la seguridad, el desarrollo de la biométrica y fomenta el uso de huellas dactilares, y otras técnicas para resguardar información; solo es necesario un dispositivo móvil, ya que con este el cliente realizará sus compras satisfactoriamente.

Las desventajas del uso de los teléfonos celulares para actividades de compras son [8]: El almacenamiento de información relevante para el cliente en su teléfono móvil representa un riesgo para que se del hurto de esta, generando fraudes y extorsiones que perjudicarían tanto al cliente como al vendedor; complejidad de la interfaz de cada aplicación; los pequeños negocios no aceptan pagos móviles al no resultar rentables en montos reducidos.

2.3 Tipos de transacciones

En el mercado actual del comercio electrónico y distribución de productos mediante aplicaciones móviles existen diversos tipos de transacciones que se pueden realizar, las más comunes son [7]: **Business to consumer (B2C)**: operaciones entre un consumidor y un comercio, y **Peer to peer (P2P)**: operaciones entre dos particulares.

3 Metodología usada

SWPayCard es la aplicación ideal para realizar pagos móviles con tarjetas de crédito o débito, de cualquier banco a través de dispositivos móviles sin la necesidad de una terminal bancaria. Diseñada para cualquier establecimiento o empresa que tenga la intención de aumentar su número de clientes, aceptando pagos con tarjetas. Esta aplicación fue desarrollada en *Android Studio* y es compatible con dispositivos Android versión 4.4 y superiores. Los principales objetivos de SWParCard son: Tener una interfaz “amigable” con el usuario, aumentar la clientela e ingresos de los establecimientos que la utilicen y, mejorar la experiencia de compra para el cliente y el vendedor.

La información personal del cliente está resguardada ya que cuenta con un sistema de seguridad interno que cuida que la transacción sea segura en ambas partes. La aplicación utiliza la tecnología *In App* que consta en codificación para generar un token (número secreto) que es enviado al dispositivo del cliente con el cual puede realizar el pago de algún producto o servicio convenido con el vendedor. Las transacciones se manejan *P2P* (*peer-to-peer de sus siglas en inglés o para el español de persona a persona*), que toma la cuenta de un teléfono móvil como un particular, sin concernir que está represente a una cuenta de una empresa, de esa manera se resguarda la información delicada de las cuentas bancarias, así como de la información personal del consumidor y el proveedor para evitar posibles inconvenientes.

3.1 Fundamentos del diseño: experiencia de usuario e interfaz de usuario

En toda aplicación es importante considerar la interface del usuario durante todo el proceso de desarrollo e implementación de la misma, para lograr que este tenga una experiencia de uso grata y que se ajuste a sus necesidades, partiendo desde el desarrollo del diseño de la interfaz de la aplicación hasta las funciones de la misma; con base a las necesidades de los usuarios y a técnicas de diseño, en SWPayCard se implementó el concepto de diseño basado en “Material Design”, un tipo de diseño creado por la empresa Google [9] y con orientación hacia su implementación en dispositivos con sistema operativo Android; con la finalidad de brindar al usuario una sensación tangible del diseño mediante la aplicación de colores, bordes, sombreado y animaciones, la aplicación inicia con un *splash screen* del logo que está disponible mientras en segundo plano se ejecuta un hilo, que carga las demás vistas de la aplicación.

Cómo se mencionó con anterioridad, el uso de componentes con los que el usuario pueda interactuar es de gran importancia, por lo que se desarrollaron dos tipos de menús de desplazamiento para que el usuario pueda no solo configurar sus preferencias, sino que además pueda acceder de forma ágil al contenido de la aplicación, cómo se muestra en la Fig. 1.



Fig. 1. Menú principal y menú por pestañas.

3.2 Procesamiento y uso de hilos de ejecución

Para que una aplicación se ejecute de manera rápida, es necesario que al momento de la programación de la misma se definan los procesos y subprocesos que ésta requerirá, ya que con base a ello se puede determinar el ciclo de vida que tendrá cada función en la aplicación, lo cual en combinación con el manejo de hilos y métodos propios de Android ayuda a que el procesamiento y velocidad de ejecución de la aplicación se realice de una manera óptima, evitando problemas como que la aplicación permanezca en una misma pestaña o se cierre en medio de la ejecución de un proceso [10]; para efectos prácticos de lo mencionado, SwPayCard implementa un proceso de ejecución en paralelo en que en primera instancia (hilo principal de ejecución) carga en pantalla un screen splash con el logo que está disponible mientras se ejecuta un hilo en segundo plano, que carga las demás vistas de la aplicación y funciones subsecuentes, en la Fig. 2 se puede apreciar las pantallas que son cargadas.

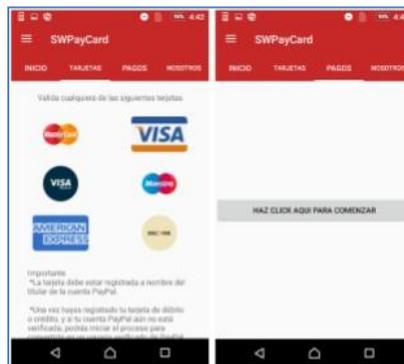


Fig. 2. Pantallas cargadas en distintos hilos de ejecución.

3.3 Métodos de pago: Paypal y aplicaciones vía Sandbox

El almacenamiento de información crediticia y la gestión de la misma comúnmente son objeto de problemas de seguridad por lo que SwPayCard se basa en la implementación de la tecnología de Paypal y Sandbox para almacenar dicha información, gestionando el acceso a los números de cuenta y permitiendo la visualización de un informe personalizado acerca de los pagos/gastos efectuados [11], tal y como se muestra en la Fig. 3.



Fig. 3. Sandbox Paypal.

4. Resultados

Se realizaron pruebas con veinte usuarios voluntarios para verificar la eficacia de la App SWPayCard, a quienes se les solicitó que instalaran la aplicación en sus teléfonos móviles y evaluarán su desempeño. Una vez instalada esta, cada usuario exploró la interfaz, así como el menú con el que cuenta, las diferentes pestañas y funciones para valorar la navegabilidad. Así mismo, se les asignó una cuenta de correo electrónico de prueba, con la cual podían realizar pagos electrónicos sin poner en riesgo su información personal, y al mismo tiempo tuvieron la oportunidad de utilizar el pago electrónico a través de la aplicación.

Después de las diferentes pruebas realizadas por los usuarios y valoradas por algunos expertos docentes del Instituto, los resultados arrojaron que SWPayCard es una aplicación segura para realizar pagos electrónicos desde un dispositivo móvil, sin poner en riesgo su información ni sus recursos financieros. Además, cuenta con una interfaz amigable para cualquier tipo de usuario. La aplicación cuenta una opción, donde los usuarios realizan sugerencias y recomendación de uso de la App.

Además, se les pidió a los voluntarios que evaluaran la seguridad que ellos percibían de la aplicación al momento de realizar algún ejercicio bancario y de brindar sus datos personales, los resultados obtenidos se representan en la Fig. 4.

Seguridad de SWPayCard

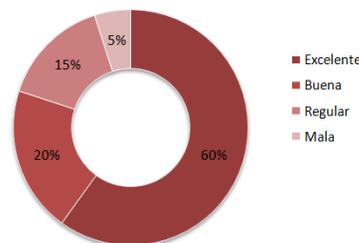


Fig. 4. Gráfico de resultados de evaluación de seguridad.

Otro rasgo de la aplicación que fue de utilidad para los consumidores es el poder recomendarla a través de sus cuentas en redes sociales con solo un clic, simplemente compartiendo el enlace de la aplicación que les facilitó realizar compras sin necesidad de llevar consigo dinero en efectivo. Al finalizar el tiempo de ensayo la aplicación tuvo muy buena aceptación en los sujetos de prueba, en seguida se muestra la Fig. 5 que representa de manera general el desempeño total evaluado por los usuarios.

La disponibilidad de realizar pagos electrónicos en cualquier lugar y en cualquier momento, además de la confianza que genera la aplicación SWPayCard, hacen que sea una opción viable en el ecosistema de los sistemas de pago móvil.

Características SWPayCard

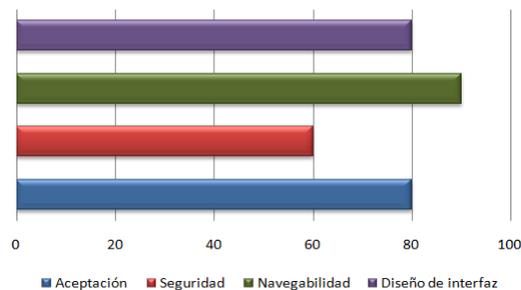


Fig. 5. Características porcentuales de SWPayCard.

Conclusiones

Existe una tendencia en la convergencia entre formas de pago y comunicaciones móviles, sin embargo, los sistemas de pago a través de dispositivos móviles tienen que proporcionar una mejora sobre los métodos existentes de pago, lo que lleve a enfrentar la resistencia al cambio y que exista más confianza por parte del consumidor y de los establecimientos, con el fin de que se desarrolle un modelo comercial viable para todos los actores en la cadena de valor. Esto sin duda, es todo un desafío y tomará su tiempo.

La omnipresencia de los dispositivos móviles, es un factor que puede acelerar este proceso, aunado al crecimiento exponencial del número de teléfonos móviles inteligentes, junto con el vertiginoso desarrollo de plataformas de software, y la presencia de tecnología como lo es NFC. La app SWPayCard ofrece la posibilidad de que pequeños comercios generen confianza a los clientes que ya han comprado alguna vez, aunque no sean clientes habituales. Los establecimientos podrán llegar al cliente no sólo de forma individual, sino también a partir de asociaciones de comerciantes que estén situadas en una misma zona, pudiendo aprovecharse todos de esta funcionalidad.

6. Referencias

- [1] S. Cazana, Billetera electrónica y dinero 2.0: el número de transacciones vía la banca electrónica y la banca por Internet experimenta un crecimiento sostenido. Paralelamente, surge un nuevo "menú" en la oferta con un solo propósito: evitar la ventanilla. *Semana económica*. 2010.
- [2] T. Girones, V. Carbonell, C. Vogt, M. García, J. Bataller, D. Ferri. *El gran libro de android avanzado 2da. edición*. Alfaomega, 2014.
- [3] CNN Expansión. La nueva tecnología de pago a través del celular se abre camino en México. [on-line], México: CNN Expansión 2013. Disponible en: <http://expansion.mx/tecnologia/2013/08/17/la-nuevatecnologia-de-pago-a-traves-del-celular-se-abrecamino-en-mexico>.
- [4] T. Trütsch. The impact of mobile payment on payment choice. 30, pp 299–336, *Financial Markets and Portfolio Management*, 2016.
- [5] INEGI. Del pago digital al pago móvil. [on-line], México: INEGI 2016. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/internet2016_0.pdf.
- [6] Amcham Chile. Estadísticas a propósito del día mundial de Internet. [on-line], Chile: Amcham Chile. Disponible en: <http://www.amchamchile.cl/2015/09/del-pago-digital-al-pago-movil/>.
- [7] M. Roland. *Security Issues in Mobile NFC Devices*, Springer, 2015.
- [8] D. Contreras, M. Castro, D. Sánchez. Performance evaluation of Bluetooth low energy in indoor positioning systems. *Transactions On Emerging Telecommunications Technologies*, Vol. 28, No. 1, 2017.
- [9] Blogs ICEMD (2015). Blogs: Medios de pago para eCommerce. Consultado el 10 de mayo de 2017, disponible en línea en: <http://blogs.icemd.com/blogmedios-de-pago-para-ecommerce/evolucion-de-latecnologia-para-la-potenciaci-del-dispositivomovil-en-la-compra/#sthash.nxBWP83p.dpuf>.
- [10] D. Wolfe, *Breaking Down Barriers; Each mobile wallet used to have its own interoperability traits, but Host Card Emulation is changing that, ISO & Agent*. Tanta (2016).
- [11] Tanta (2016). Las cinco mejores aplicaciones de pagos móviles. Consultado el 10 de mayo de 2017, disponible en línea en: <https://tantacom.com/lascinco-mejores-aplicaciones-depagos-moviles/>.
- [12] Tanta (2016). Pagos móviles ventajas y desventajas. Consultado el 10 de mayo de 2017, disponible en línea en: <https://tantacom.com/pagos-movilesventajas-y-desventajas/>.
- [13] O. Sohaib, K. Kang. *The Importance of Web Accessibility in Business to-Consumer (B2C) Websites*. Information technology for management, 2016. Springer.
- [14] G. Clifton. *Android user interface design 2da. Edición*. Addison-Wesley.
- [15] J. E. Amaro. *Android: programación de dispositivos móviles a través de ejemplos*, 2013, Alfaomega.
- [16] Paypal Developer. Create sandbox accounts. [On-line], PayPal developer. Disponible en: https://developer.paypal.com/docs/classic/lifecycle/sb_create-accounts/.

Modelado y texturizado de los elementos que integran la recreación virtual de la Universidad Tecnológica de Tabasco

Área de Conocimiento: Multimedia

Martha Ofelia Jiménez Velázquez ¹, Ana Aurora Guerrero González ¹, María Reyna Guillermo Guillermo ¹, Gladys del Carmen Cálaho Sánchez y Jocelin Chablé Arreola ¹

¹ Universidad Tecnológica de Tabasco, Carretera Villahermosa – Teapa Km. 14.6, Fraccionamiento Parrilla II, Parrilla, Centro, Tabasco, 86280. México

mojimenez.tc@uttab.edu.mx, Tel. (99 3) 3 58 22 03

Resumen. El que se cuente con recorridos virtuales dentro de las instituciones es un gran aporte, puesto que mediante ellos los usuarios de Internet pueden realizar visitar a sus instalaciones sin tener que desplazarse físicamente. El generar objetos mediante el modelado 3D hace posible que estos recorridos virtuales hacen posible que estos sean realistas y que en los visitantes nazca la intención de acudir y constatar que realmente se cuenta con lo que es esta publicitando. El presente trabajo muestra la forma en que se desarrolló el modelado de objetos que serán utilizados posteriormente en el recorrido virtual que tendrá incrustado la página de la Universidad Tecnológica de Tabasco, con la finalidad de que cualquier persona pueda conocer las instalaciones con que se cuentan sin acudir a ellas.

Palabras claves: Modelado 3D, Renderizado, Animación, Visita Virtual.

Abstract. Having virtual tours inside the institutions is a great contribution because through them Internet users can visit the facilities without having to go in person. Designing objects through 3D modeling makes possible that these virtual tours can be noticed by the user as reals causing them the intention of going and verifying that is true what is really offering. The present job shows the way how 3D objects were modelled for a virtual tour that will be shown in the website of Universidad Tecnológica de Tabasco, with the intention of showing the infrastructure and equipment that this institution has.

Keywords: 3D Modeling, Rendering, Animation, Virtual Tour.

1 Introducción

El modelado en 3D es el proceso de desarrollar una representación tridimensional de un objeto ya sea animado o en vivo a través de un software especializado, esto se utiliza con base a muchas recreaciones virtuales ya que son necesarias, y con esto poder visualizarlas como una imagen bidimensional mediante un proceso llamado Renderizado en 3D.

El presente trabajo muestra la realización del proyecto “Modelado y texturizado de los elementos que integran la recreación virtual de la Universidad Tecnológica de Tabasco” en el cual se especifican los métodos que serán utilizados en cada una de las fases del proyecto y los tiempos en que están programados cada uno de los entregables.

Dentro de las tecnologías utilizadas para realizar el modelado se utilizó Blender 3D, dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales.

2 Estado del Arte

2.1 Fundamentos Teóricos

En [1], los autores definen la visita virtual como la presentación de un lugar existente, que tiene la finalidad de mostrar al público en general una imagen real de los productos y servicios que los usuarios van a encontrar en una visita real, por lo que constituye una solución visual muy interactiva y atractiva al público y un excelente complemento promocional para los portales y sitios web. Son totalmente personalizables de acuerdo a las necesidades del cliente, se adaptan al diseño del sitio web y de la identidad gráfica de la institución.

El modelado 3D [2] es un recurso efectivo para poder ampliar la información visual de un objeto. A diferencia de un impreso, un objeto tridimensional permite explorar su forma desde cualquier ángulo o vista, con perspectiva, escala, luces, sombras y otros factores que implican componer un elemento aproximado a la realidad.

Casi todos los modelos 3D pueden ser divididos en dos categorías:

- Sólidos: Definen el volumen del objeto que representan, son más realistas, pero más difíciles de construir, son mayormente usados para simulaciones no visuales, tales como médicas y de ingeniería.
- Carcasa/contorno: Representan la superficie no su volumen, es más fácil trabajar con ellos. Se utilizan principalmente en juegos y películas.

Hay 3 formas populares de representar un modelo:

1. Modelado Poligonal: Son puntos en un espacio 3D, llamados vértices, están conectados para formar un polygonal mesh. La gran mayoría de los modelos 3D hoy en día están construidos como modelos de textura poligonal, porque son flexibles y pueden ser renderizados rápidamente. Sin embargo, los polígonos son planos y solamente se pueden aproximar a superficies curvas usando varios polígonos.
2. Modelado de curvas: Las superficies están definidas por curvas, las cuales son influenciadas por la ponderación del control de puntos. La curva sigue los puntos. Incrementar el peso de un punto va a enviar la curva más cercana a ese punto.
3. Escultura digital: Actualmente hay 3 tipos de esculpido digitales:
 - Desplazamiento, el cual es el más usado entre aplicaciones en este momento. El "desplazamiento" usa un modelo denso y locaciones para ver la posición de los vértices a través de un mapa de 32bit que almacena las ubicaciones ajustadas.
 - La volumétrica tiene capacidades similares como el desplazamiento, pero no sufre de polígonos forzados cuando no hay suficientes polígonos en una región para lograr una deformación.
 - Teselación dinámica divide la superficie usando la triangulación para mantener una superficie lisa y permitir detalles más finos. Estos métodos permiten una exploración más artística como el modelo tendrá una nueva topología creada más de una vez las formas de los modelos y posiblemente detalles han sido esculpidos.

Blender [3] es un programa informático multiplataforma, dedicado al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura y pintura digital. Así mismo se puede desarrollar video juegos ya que posee un motor de juegos interno.

El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita, pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre. Actualmente es compatible con todas las versiones de Windows, Mac OS X, GNU/Linux, Android, Solaris, FreeBSD e IRIX.

La textura [4] es un método para agregar detalles a las superficies, proyectando imágenes y patrones sobre ellas. Las imágenes y patrones proyectados pueden ser configurados para afectar no solo el color, sino también la especularidad, la reflexión, la transparencia e incluso un falso relieve tridimensional.

Renderizado [5] es un término usado para referirse al proceso de generar una imagen o vídeo mediante el cálculo de iluminación GI partiendo de un modelo en 3D. Este término técnico es utilizado por los animadores o productores audiovisuales y en programas de diseño en 3D.

El proceso de renderizado se desarrolla con el fin de generar en un espacio 3D formado por estructuras poligonales, una simulación realista del comportamiento tanto de luces, texturas y materiales como de los comportamientos físicos, simulando ambientes y estructuras físicas verosímiles.

2.2 Animación y Reconstrucción sobre la Zona Prehispánica de Monte Albán, Oaxaca

El presente trabajo [6] se basa en el desarrollo de una aplicación 3D interactiva, con la cual será posible realizar un recorrido virtual por la ciudad prehispánica de Monte Albán, cuyas ruinas se ubican en el estado de Oaxaca, México. En conjunto se podrá apreciar parte del entorno de esta ciudad prehispánica, datos históricos y su arquitectura.

En este proyecto se muestra el prototipo, de lo que podría servir como una nueva herramienta turística – educativa, con el objetivo de incentivar y promover los paseos o viajes virtuales por los monumentos históricos, edificaciones e iconos de gran relevancia de nuestro país para lograr un mejor aprendizaje de nuestros jóvenes sobre cuestiones históricas relacionadas con nuestro país.

Este trabajo se dedica a la creación de un entorno interactivo 3D sencillo en el que se pueden hallar algunos elementos de espacios virtuales como texturas interactivas, cámaras virtuales, cinemática, física en tiempo real y personajes controlables.

Las dos directrices fundamentales que se abordan son la creación de interactividad y de una sensación presencial en los espacios virtuales, en cuyo diseño desempeña un papel clave el lugar del espectador. Este se encuentra en movimiento dentro de un espacio virtual, donde puede explorar y visualizar la arquitectura original de las ruinas de Monte Albán, auxiliando de pequeñas narraciones e interacciones con personajes autómatas dentro del medio.

2.3 Paseo virtual de la infraestructura física de la Universidad Estatal Península de "Santa Elena"

El [7] proyecto "Paseo Virtual de la infraestructura física de la Universidad Estatal Península de Santa Elena" consiste en un software en 3D.

Esta aplicación permite al usuario conocer la distribución de las instalaciones del Alma Mater, el software se encuentra desarrollado como una aplicación interactiva, donde el usuario puede desplazarse en el escenario virtual empleando una vista en primera persona e interactuar con la información respectiva de cada edificación.

El desarrollo del proyecto conllevó a un análisis de aspecto teórico y práctico, en donde se realizó una investigación para determinar las herramientas informáticas tanto para el modelado en 3D, como para la implementación de la interacción entre usuario y modelo virtual, siendo Sketchup 2015 y Unity 5.1 las herramientas que se seleccionaron para esta tarea.

El proceso de simulación se realizó aplicando el modelo UML (Lenguaje Unificado de Modelado) y estándares de diseño como un marco referencial que se integra con un modelo de análisis, diseño y codificación para la obtención del producto final.

El estudio se encuentra enmarcó dentro de una investigación de tipo descriptivo, puesto que especifica las características de la población de estudio, siendo esta los estudiantes de Tercero bachillerato a quienes se les aplicaron las respectivas técnicas de investigación para determinar el impacto del Paseo Virtual en la búsqueda de información de la Institución como aspirantes a estudiantes de la UPSE, dicha información fue sometida a un análisis estadístico, para a partir de estos emitir las respectivas conclusiones y recomendaciones sobre el estudio realizado.

3 Metodología utilizada

3.1 Selección de la Metodología

La metodología aplicada fue la Scrum. La cual demostró sus ventajas que la caracterizan en el desarrollo de software. Brindó un proceso muy ágil y flexible en el momento de realizar cambios no previstos en el transcurso, así como también para realinearlos a los objetivos acordados en el inicio.

Scrum es una metodología ágil y flexible para gestionar el desarrollo de software, cuyo principal objetivo es maximizar el retorno de la inversión para su empresa (ROI). Se basa en construir primero la funcionalidad de mayor valor para el cliente y en los principios de inspección continua, adaptación, auto-gestión e innovación.

Esta metodología de trabajo promueve la innovación, motivación y compromiso del equipo que forma parte del proyecto, por lo que los profesionales encuentran un ámbito propicio para desarrollar sus capacidades [8]

3.2 Creación de objetos Tridimensionales

El proceso de modelado fue el siguiente para todos los objetos:

Primeramente, se debe tener idea del objeto que se va a modelar en 3D, ya que, viendo alguna foto o dibujo se puede calcular sus dimensiones, y tener una visualización más completa. Eligiendo con esto las formas para poder deformar la figura geométrica

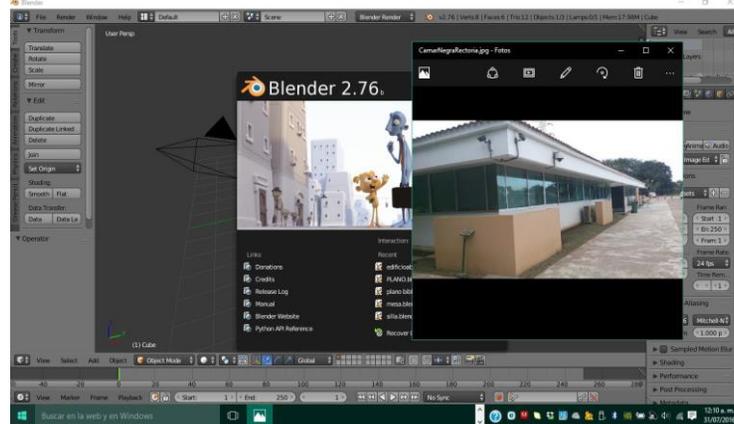


Fig. 1. Selección de la figura a modelar

En esta parte, se selecciona la figura del objeto que se vaya a modelar. Con ella se procede a realizar los cambios para recrear el objeto en forma tridimensional.

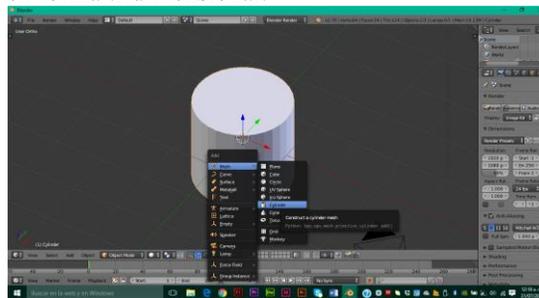


Fig. 2. Recreación del objeto en forma tridimensional

Se procede a seguir colocando más figuras hasta obtener la forma que se requiere, esta se irá observando de acuerdo a sus vértices, ejes o caras que se vayan moviendo o escalando.

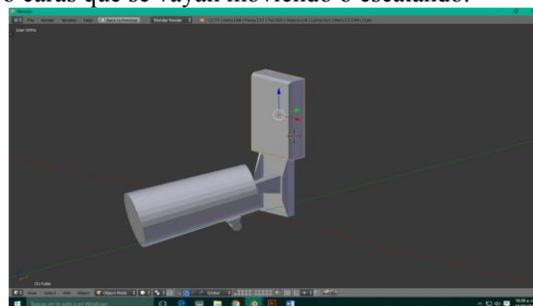


Fig. 3. Recreación del objeto hasta obtener la forma deseada

Se selecciona el objeto al que se le pondrá la textura y se ingresa al modo edición para seleccionar las caras donde se quiere texturizar.

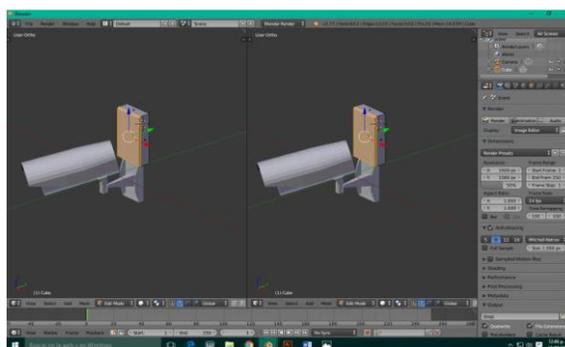


Fig. 4. Edición de las caras a texturizar

Se selecciona la pestaña Source y se pone en modo Single Image, en la parte inferior se selecciona el icono carpeta para buscar la imagen que será la textura.

En la parte derecha, seleccionar el icono del círculo con el nombre material, en él se da en nuevo material y se nombra el material con el mismo nombre que se puso anterior.

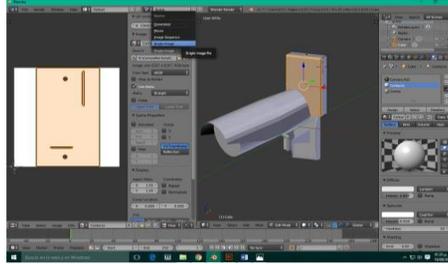


Fig. 5. Edición del material que se aplicará como textura

Para dar un mejor terminado y con mucho más realismo a la cámara, se aplicará a algunas partes de las formas un Smooth, con este se logra suavizar esa parte y que no se vea con los dobleces.

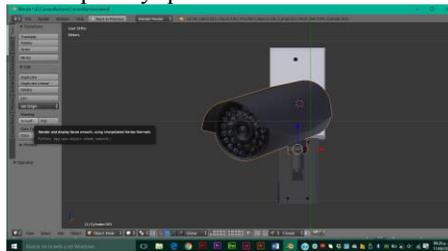


Fig. 6. Colocación de la propiedad Smooth para suavizar bordes

3.3 Creación de la naturaleza en Blender

En este ejemplo se procede a modelar un árbol, para ello se inserta la imagen; oprimiendo la tecla N para activar el menú de la derecha. En la herramienta Background Images seleccionar la opción Add Image y seleccionar la imagen que desea insertar de fondo. En el teclado numérico presionar la tecla 3 para localizarse en Right Persp

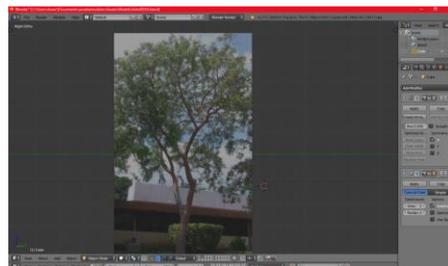


Fig. 7. Selección de la imagen a modelar

Seleccionar el cubo, acceder al modo Edición con la tecla tabular y oprimir Alt+M y seleccionar Align Center. Salir del modo Edición oprimiendo nuevamente la tecla tabular. Localizarse en la herramienta Add Modifier y dar click en Skyn y Subdivision Surface.

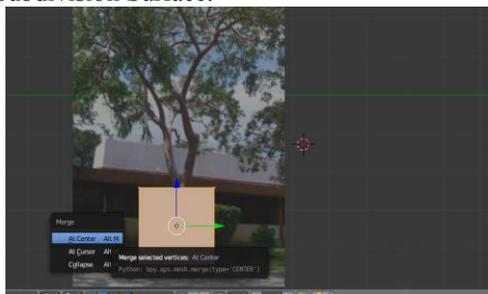


Fig. 8. Selección del cubo para comenzar el modelado

En el modo Edición extruir el objeto con la tecla E cuidando que quede lo más parecido al árbol de la foto. Para ir haciendo los brazos del árbol más delgados oprimir Ctrl+A.



Fig. 9. Edición de las ramas del árbol

Una vez terminado de extruir el árbol, luciendo muy similar al de la foto, mover los brazos del árbol sobre el eje X para que se vean naturales y realistas.

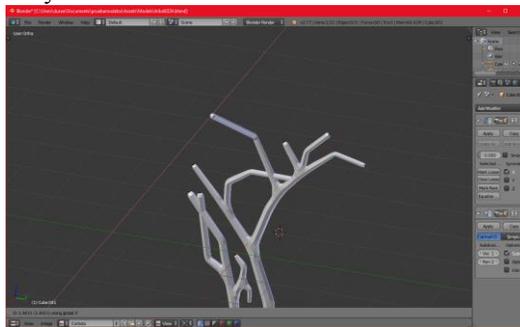


Fig. 10. Edición del movimiento de las ramas del árbol

Buscar la textura de la corteza del árbol y seleccionarla.

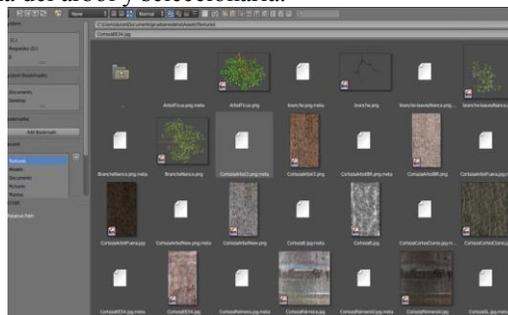


Fig. 11. Búsqueda de la textura para el árbol

Seleccionar el árbol y entrar al modo edición. Oprimir la tecla A para seleccionar todo el modelo y con la tecla U elegir la opción Smart Uv Project y buscar la textura que se considere más cercano a la corteza en el menú Uv Mapping y darle click. Escalar con la letra S hasta que quede ajustada la textura al modelo.

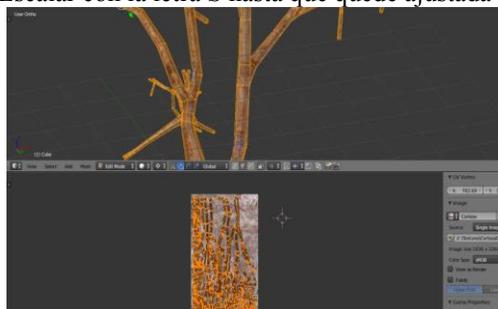


Fig. 12. Aplicar la textura al árbol

Estando en el modo objeto con el plano seleccionado copiar con SHIFT+D y con la tecla R rotar en su eje Y 90°. Después copiar nuevamente y rotar sobre su eje Y en 45° y -45°

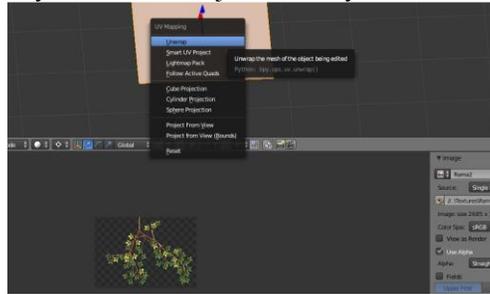


Fig. 13. Copia de la textura del árbol

Con los planos ya rotados seleccionarlos todos y oprimir Ctrl+J para unirlos. A continuación con Shift presionar la tecla 1 para trabajar con las 2 capas juntas e ir acomodando la textura creada de las ramas en los brazos del modelo del árbol cuidando que se vea natural.

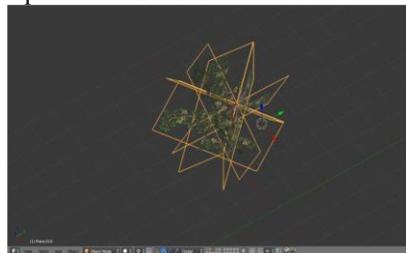


Fig. 14. Edición de las ramas del árbol

El árbol está terminado cuando haya conseguido una apariencia real habiendo colocado suficientes planos con la textura elegida



Fig. 15. Vista del árbol terminado

3.4 Texturizado de las zonas deportivas

Se realizó la aplicación de texturas a los siguientes modelos que integran la recreación virtual de la Universidad Tecnológica de Tabasco: zonas deportivas, Local del kukuche, palapa, torre de agua, nave industrial, fuente biblioteca, puente ligado hacia el restaurant de la institución, así como el modelado y texturizado del Área de mantenimiento, sindicato de trabajadores, Cisterna, bodega de gastronomía y estructura edificio 6.

El proceso de texturizado de la zona deportiva de la Universidad tecnológica de Tabasco se realizó en el software de modelado 3D Blender de la siguiente manera:

Antes de comenzar el texturizado en los modelos es recomendable disponer con las texturas que se van aplicar, en este caso se utilizó Photoshop Cs6 portable para la edición y creación de las mismas

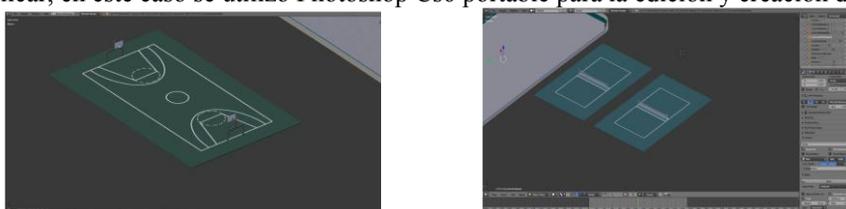


Fig. 16. Modelado de las áreas deportivas

4 Resultados

Dentro de los resultados obtenidos se pueden observar los diferentes objetos que fueron modelados y texturizados, así como las áreas de la unidad deportiva universitaria.

Esto sirvió de guía para que se pudiera tener una mejor vista de las instalaciones y dar pie para que se continúe con la segunda etapa del proyecto.

En el caso de esta etapa se desarrolló la vegetación y todos los objetos que se encuentran en el exterior del campus (registros, cámaras de vigilancia, bancas, etc.), así como todas las áreas deportivas (cancha de fútbol, cancha de softbol, pista, etc.).

5 Conclusiones y Futuros trabajos

Sin duda el modelado de objetos 3D, viene a beneficiar de una manera extensa a la Universidad Tecnológica de Tabasco, ya que, por medio de esto, los visitantes de la plataforma UT o los interesados en conocer de una manera visual las instalaciones podrán obtener información exacta de las áreas con que cuenta la institución y contribuir en hasta una reducción del 70% en los tiempos y costos de consulta.

El recorrido virtual contará con la mayoría de los objetos que se encuentran actualmente en la universidad (zonas deportivas, áreas naturales, edificios y elementos visuales que complementaran los diversos espacios tridimensionales).

Se lograron los objetivos esperados ya que los modelos antes mencionados cuentan con el realismo y la calidad visual que permitirá que el visitante se muestre interesado por el entorno que se presenta en dicho sistema.

Dentro de los trabajos futuros se tiene contemplado la realización de la segunda etapa del proyecto, la cual consistirá en la elaboración del modelado y texturizado de los diferentes laboratorios con que cuenta la Universidad, realizándose las siguientes tareas:

- La creación y animación de un avatar humanoide que represente una experiencia más realista a los usuarios.
- Implementar un mapa de las instalaciones que sirva como guía para orientar al usuario del sistema.
- Agregar una serie de animaciones que ofrezcan un mejor aspecto visual al recorrido.
- Implementar un juego educativo a la aplicación para hacer más interactivo el sistema

Referencias

- [1] J. E. Aguirre Auria. *Diseño e implementación de un paseo virtual con imágenes panorámicas 3d para el parque histórico Guayaquil*, Repositorio Universidad de Guayaquil, 2015
- [2] J. I. Larregui, D. K. Urribarri, M. L. Ganuza, L. B. Boscardín, G. Paolini, S. M. Castro y L. R. Castro. *Modelado multirresolución para la representación de imágenes y de objetos 3D*, Repositorio de la Universidad Nacional de la Plata, 2015
- [3] C. C. Raible, P. M. Della-Marta, C. Schwierz, H. Wernli, y R. Blender, *Hemisferio Norte ciclones extratropicales: Una comparación de los métodos de detección y seguimiento y diferentes reanálisis*. Monthly Weather Review 136, pp 880 – 897
- [4] M. F. Gutiérrez, A. R. Soria, J. M. García, S. F. R. Asensio, y A. F. Díaz. *Virtual visualization of La Quintilla*. Virtual Archaeology Review 4, pp 143 - 147
- [5] M. A. O. Alfaro, *Renderizado de Datos Volumétricos*. Repositorio de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2003
- [6] J. M. J. Gutiérrez, L. F. M. Félix. *Animación y Reconstrucción sobre la Zona Prehispánica de Monte Albán, Oaxaca*, Repositorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3066/Tesis.pdf?sequence=3>.
- [7] G. A. C. Pozo. *Paseo virtual de la infraestructura física de la Universidad Estatal Península de Santa Elena*. Repositorio de la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2561/1/UPSE-TIN-2016-0004.pdf>. 2016
- [8] L. Rising y N. S. Janoff. *The Scrum Software Development Process for Small Teams*. Prentice Hall, 2000.

Panorama administrativo del uso Moodle utilizando una aplicación web

Sergio Franco Casillas¹, Claudia Islas Torres² y Miguel Ángel Sanabria Valdez³

¹ Universidad de Guadalajara- Centro Universitario de los Altos, K.M. 7.5 Carretera a Yahualica, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

¹ scasillas@cualtos.udg.mx

² cislas@cualtos.udg.mx

³ msanabria@cualtos.udg.mx

Resumen. El presente artículo muestra los resultados previos de una investigación que se realizó en un centro universitario de la Universidad de Guadalajara en donde se analizó el uso de un sistema gestor de aprendizaje, Moodle, con el fin de conocer la utilización del mismo. La base de datos proporcionada contenía 2.4 Gb de información, la cual estaba distribuida en 201 tablas y MySQL fungía como sistema gestor de bases de datos. Se desarrolló una interfaz web utilizando una técnica descriptiva de visualización de la minería de datos para una mejor comprensión. Se realizaron algunas reglas personalizadas para acotar el ámbito de estudio y seleccionar aquellos que se categorizaban como cursos mixtos, *b-learning*. En los resultados se muestran cargas distintas de actividades de aprendizaje en los cursos; relación en las vistas a los cursos y el envío de archivos; horarios de interacción posterior al que ofrece el centro participante.

Palabras clave: *B-learning*, Visualización, Moodle, Desarrollo web.

1. Introducción

En la actualidad, con el crecimiento en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) y los ritmos de vida acelerados de las personas, las universidades de la actualidad integran sistemas gestores de aprendizaje (SGA) con el fin de ofrecer una manera distinta y actualizada de fomentar el aprendizaje de sus estudiantes y estar en la vanguardia tecnológica. Existen distintos SGA, algunos de ellos se ofrecen de una forma comercial, es decir, se debe pagar para obtener el software y a su vez soporte para su utilización BlackBoard, TopClasses, y Desire2Learn son algunos ejemplos; también se encuentran aquellos SGA de código abierto que no es necesario pagar para obtener dicha plataforma, como: Moodle ATutor, Claroline, Dokeos, etc., por mencionar algunos [1], [2].

Algunas universidades utilizan este tipo de plataformas para ofrecer a sus estudiantes una nueva forma innovadora de aprender y donde no es necesario ocupar un espacio físico o trasladarse al centro de estudio, basta con llevar un programa educativo a la virtualidad, es decir, llevar todo el material de estudio a un SGA con el fin de que los alumnos interactúen en línea para mejorar su aprendizaje [3]. El uso de estas herramientas informáticas colabora con el sistema educativo de tal forma que los estudiantes pueden estar cursando una carrera en línea (aprendizaje *e-learning*) o semi-presencial (aprendizaje *b-learning*), lo anterior depende del modelo que adopte la universidad o institución que desea ofrecer estos servicios, ya que estas plataformas permite que los estudiantes interactúen con actividades de aprendizaje y evaluación en línea [4], [5]. Cuando se habla de educación en línea, los profesores deben llevar el material de estudios al entorno virtual, de tal forma que los estudiantes que elijan este método de estudio sientan que se encuentran en un salón de clases [6].

La interacción que los estudiantes y profesores realizan en los SGA es almacenada en una base de datos con el fin de llevar un registro de cada actividad de aprendizaje en línea, llamadas también e-actividades (e-tivities, término original en inglés), nombradas así por Salmón (2004) [7]. A su vez, Cabero et al. (2006) menciona que “*si las actividades son presentadas, realizadas o transferidas a través de la red, entonces se pueden considerar como e-actividades*” [6, p. 25] las cuales no requieren de programas computacionales especializados y son de bajo costo.

Moodle ofrece una serie de e-actividades las cuales Belloch (2012) clasificó como herramientas de Evaluación, Comunicación y Aprendizaje. Con las e-actividades de Comunicación, los estudiantes aprenden de sus mismos compañeros y permiten realizar una red de trabajo o colaboración; las de Aprendizaje permite al docente distribuir el material de estudio; y, por último, las de Evaluación son consideradas de mayor importancia porque con ellas se corrobora el aprendizaje adquirido por los estudiantes y así verificar el desempeño académico que obtuvieron durante el periodo de impartición del curso.

Para analizar cada uno de los registros de las e-actividades que dejan los actores que participan en Moodle es necesario conocer cada una de las tablas que componen la base de datos del SGA. Los datos son hechos simples que se captan del fenómeno a analizar [8] y éstos al ser procesados permite generar información valiosa para los tomadores de decisiones. Para este trabajo, se optó por utilizar una técnica de visualización de la minería de datos, la cual Rokach y Maimon (2010) [9] clasificaron como una técnica descriptiva. La minería

de datos se define como la búsqueda de patrones en grandes volúmenes de datos y que para este trabajo facilitó la interpretación de los datos de una manera sencilla y fácil de explicar, para lo cual se desarrolló un sitio web que permitiera leer y extraer los datos de la base de datos de Moodle y de esa forma dar a conocer cómo ha sido la interacción de los estudiantes y profesores con las e-actividades de una forma visual, para que los tomadores de decisiones del centro universitario participante evalúen la efectividad del uso de Moodle.

2. Estado del Arte

Se realizó una revisión del estado del arte donde se acotó a buscar investigaciones que utilicen Moodle, minería de datos como técnica de análisis, se extraigan datos de la plataforma y al mismo tiempo visualizar la interactividad de los profesores y estudiantes. Existen diversos trabajos relacionados donde se extrae de distintas maneras datos de un SGA para predecir el desempeño académico de los estudiantes, algunos de estos trabajos proponen desarrollar un almacén de datos para el análisis de los mismos [10]–[15].

Por otro lado, también se han hecho propuestas de herramientas informáticas para la extracción automática de datos como Java Desktop Moodle Mining que permite obtener los datos asociados con los registros de acceso en entornos virtuales, como el del caso de estudio de este artículo [16].

Hassan y Habibi (2010) proponen desarrollar un esquema de bases de datos para el almacenamiento de los datos relacionados con los exámenes y sus preguntas dentro de Moodle, esto con el objetivo de facilitar su análisis [17].

Por otra parte, existe una herramienta informática de software libre y que es tratada como un complemento (*plug-in*) para Moodle, llamado GISMO. Esta aplicación recopila una serie de datos y los presenta a los responsables de cada curso, los profesores, utilizando una técnica de visualización con gráficas que facilitan la interpretación de los datos y a su vez monitorear la interacción entre las e-actividades que Moodle proporciona para el aprendizaje [18], [19].

Otra aplicación, que analiza los datos provenientes de las evaluaciones, es ProM, la cual analiza la participación de los estudiantes utilizando técnicas de redes. Cabe mencionar que existen otras aplicaciones están descritas en [16], [20], algunas que tienen relación con este trabajo y las cuales se enlistan a continuación:

- *ExtractAndMap*: Ayuda a extraer información sobre los exámenes de Moodle.
- *CourseVis*: visualiza los contenidos de los cursos, es muy similar a GISMO.
- *03R*: Permite la recuperación e interpretación de patrones secuenciales.
- *WUMtool*: Facilita la extracción de patrones útiles para la evaluación de los cursos en línea.
- *Meerkat-ED*. Permite la evaluación de la participación en foros de discusión.
- *EDM Vis*: Visualiza la información para explorar, navegar y entender los registros de los aprendices.

En esta sección se citaron determinados trabajos que tienen relación con el trabajo de investigación que se efectuó y en donde se propuso realizar una investigación que permitiera extraer los datos de Moodle y a su vez visualizarlos, de tal manera que facilitara a los administradores de la plataforma observar la interactividad de los estudiantes y profesores. En la siguiente sección se describe el método que se siguió y las acciones que se realizaron para poder obtener los resultados.

3. Método

En esta sección se detalla el procedimiento que se siguió para localizar los datos de dentro de la base de datos de Moodle. Para ello fue necesario interactuar con una plataforma alterna e ir colocando actividades e interactuando con ellas para verificar y conocer el alojamiento de los datos, la versión de Moodle utilizada fue la 1.9. También fue necesario instalar el sistema gestor MySQL con el fin de cargar el archivo *.sql* que contenía 2.4 Gb de información distribuidas en 201 tablas no relacionadas de acuerdo al modelo relacional, pero sí a través de la aplicación. La base de datos proporcionada fue del periodo de septiembre de 2007 a junio de 2013. En la tabla 1 se muestran los nombres de las tablas utilizadas de Moodle para el estudio.

Tabla 2. Nombre de las tablas utilizadas para el estudio

#	Nombre de la tabla	E-actividades para:
1	mdl_data	Base de datos
2	mdl_chat	Chat
3	mdl_choice	Consulta
4	mdl_quiz	Examen
5	mdl_survey	Encuestas

6	mdl_forum	Foros
7	mdl_glossry	Glosarios
8	mdl_hotpot	Exámenes tipo hot potatoe
9	mdl_lesson	Lecciones
10	mdl_scorm	Scorm
11	mdl_assignment	Tareas
12	mdl_wiki	Wiki
13	mdl_section	Secciones
14	mdl_resources	Recursos para el aprendizaje
15	mdl_user	Usuarios de Moodle
16	mdl_course	Cursos
17	mdl_course_categories	Categorías de los cursos
18	mdl_logs	Registro de actividad

Una vez conocidas las tablas y los campos necesarios para la extracción de los datos, se comenzó con el desarrollo de una aplicación web. Ésta es independiente de la plataforma Moodle para que sea de fácil acceso. Se utilizó un servidor Web tipo MAMP acrónimo de M para MAC OS X como sistema operativo de la computadora; A de Apache, el cual es una aplicación que permite abrir, a través de un navegador, las páginas en lenguaje HTML; M de MySQL como sistema gestor de base de datos utilizado por el centro universitario participante en el estudio (CUP); y P de PHP como lenguaje de programación que se incrusta dentro del código HTML de las páginas web con el fin de realizar consultas a la base de datos [21]. Por otro lado, PHPLot es una aplicación de código libre que permite generar gráficos, en este trabajo permitió mostrar, en la página web, los datos de una forma visual [22].

Para agrupar los datos se consideró acotarlo a los calendarios escolares del CUP. Calendario A: del 1° de febrero al 31° de julio; Calendario B: del 1° de agosto al 31° de enero del siguiente año.

Se diseñó una interfaz web con el fin de interactuar con los responsables de la plataforma Moodle y al mismo tiempo, se integraron una serie de consultas con el lenguaje de consulta estructurado (SQL) de bases de datos para extraer los datos, y posteriormente graficarlos.

Por último, se siguió el método de descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD por sus siglas en inglés) [9], que permite seguir una serie de pasos (9) hasta llegar al descubrimiento, en este caso los pasos son: 1) Entendimiento del dominio; 2) Selección y adición de los datos; 3) Pre-procesamiento y limpieza de datos; 4) Transformación; 5, 6 y 7) Minería de datos; 8) Evaluación e interpretación; y 9) Conocimiento descubierto. La minería de datos es un proceso iterativo que permite aplicar distintas técnicas para evaluar el comportamiento de los datos, es por ello que los pasos 5, 6 y 7 se realizan en la misma fase ya que se evalúa constantemente la técnica hasta que dé los resultados esperados.

4. Resultados

Para conocer el crecimiento en el uso de la plataforma fue necesario realizar una consulta pertinente a la tabla *mdl_course*, en donde se proporciona la información correspondiente a los cursos. Los campos consultados fue la fecha de creación (*timecreated*) y última fecha de modificación (*timemodified*), lo anterior con el fin de conocer si estos cursos se han dejado de usar. La Tabla 2, muestra la cantidad de cursos abiertos por calendario escolar. Obsérvese que hubo calendarios escolares en donde se abrieron más cursos de los que se modificaron, esto quiere decir que se abrieron, pero nunca hubo interacción en ellos (2007B – 2011A). Sin embargo, hubo calendarios en los que se modificaron más de los que se abrieron, esto quiere decir que se comenzaron a utilizar aquellos que ya habían sido abiertos con anticipación (2011B a 2013A). Se infiere que el uso de la plataforma Moodle se fue incrementando considerablemente.

Tabla 3. Cursos creados y modificados por calendario escolar.

Visualization of Using Moodle Courses			
Calendar year	Quantity of Records		
	Created	Modified	Average
<u>2007 A</u>			
<u>2007 B</u>	79	72	91.14%
<u>2008 A</u>	80	68	85.00%
<u>2008 B</u>	198	152	76.77%
<u>2009 A</u>	60	32	53.33%
<u>2009 B</u>	238	205	86.13%
<u>2010 A</u>	194	134	69.07%
<u>2010 B</u>	176	160	90.91%
<u>2011 A</u>	282	147	52.13%
<u>2011 B</u>	238	301	126.47%
<u>2012 A</u>	207	267	128.99%
<u>2012 B</u>	362	480	132.60%
<u>2013 A</u>	267	382	143.07%
<u>2013 B</u>			
Total Courses	2381	2400	

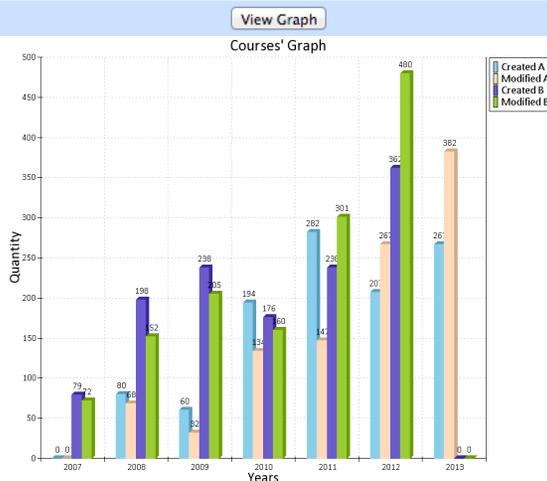


Gráfico 1. Cantidad de cursos abiertos y modificados expresados en forma gráfica.

Otro tema a discusión fue la cantidad de usuarios que se agregan a la plataforma y con ellos verificar si realmente todos los estudiantes y profesores utilizan para la interacción. Los resultados expresados en la Gráfica 2 muestran que no a todos los usuarios que entran a la universidad, necesariamente utilizan la plataforma. Cabe mencionar que este SGA es también utilizado para la elaboración de exámenes departamentales¹, los cuales obligan, de alguna manera, a los estudiantes a por lo menos ingresar una vez al semestre a presentar un examen de este tipo. Obsérvese que los calendarios con mayor matriculación de estudiantes es el calendario B, sin embargo, no todos los estudiantes inscritos ingresan a realizar actividades en línea. Por otro lado, también se muestra que el registro de usuarios fue creciendo con el paso de los distintos calendarios escolares.

¹ El examen departamental, en el CUP, es un cuestionario que se elabora con banco de preguntas que abarca casi la totalidad de una unidad de aprendizaje y que es impartida por distintos profesores.

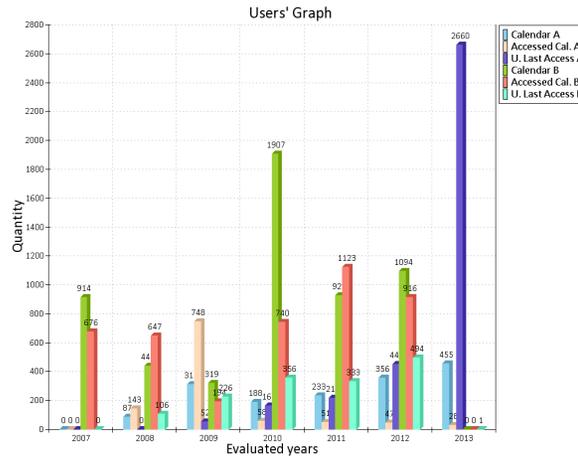


Gráfico 2. Cantidad de usuarios matriculados por calendario escolar.

Para verificar la cantidad de e-actividades que los profesores agregan a los cursos y conocer cuál de ellas tiene una mayor interacción, se realizó una consulta que cuenta la cantidad de estas e-actividades en cada curso, ésta interactúa con todas las tablas descritas en la Tabla 1. El Gráfico 3 muestra las e-actividades en la carrera de Ingeniería en Computación, carrera que mayormente utilizó la plataforma como cursos *b-learning*. Las e-actividades con mayor interacción son: Exámenes (quiz), Tareas (assignment) y Foros (forums). Existen otras e-actividades con menor utilización (hot potatoe quiz y glosarios). Los cursos 1565, 1295, 1262, 1275, 414 y 381 se pueden catalogar como *b-learning* porque cuentan con mayor interacción, además de contar con e-actividades de evaluación. Evidentemente todos los cursos cuentan con e-actividades de aprendizaje, es decir, recursos de aprendizaje (resources), excepto 1365, 1357 y 1286.

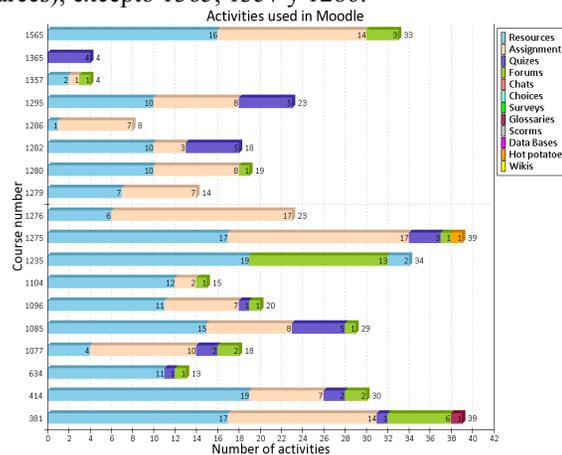
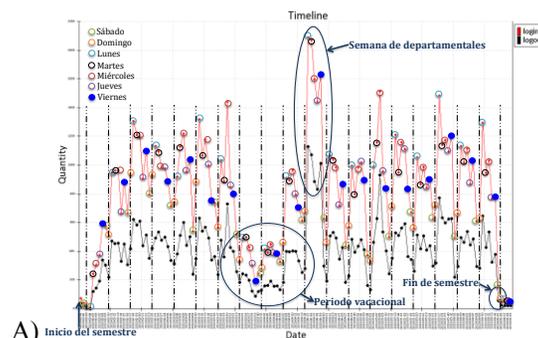


Gráfico 3. Cantidad de e-actividades en cursos de Ing. en computación.

Por último, se realizó un pre-procesamiento de datos de la tabla mdl_logs, ésta cuenta con los registros de interacción de los participantes del SGA. Por lo tanto, se concluyó en revisar cinco variables, que son: vistas a los cursos (views), envío de archivos (uploads), ingresos (login) y salidas (logout) de la plataforma. Los datos que contenía esta tabla eran del periodo de diciembre de 2012 a junio de 2013. El gráfico 4 A muestra la interacción por días de la semana, obsérvese que existe menor actividad en el periodo vacacional y un incremento cuando hay exámenes departamentales.



A) Inicio del semestre

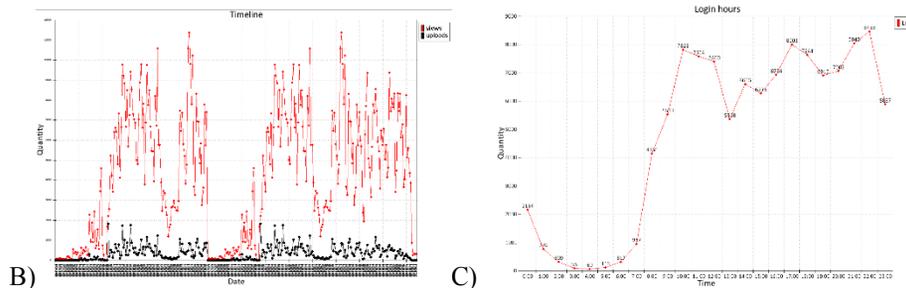


Gráfico 4. Interacción de Moodle

El gráfico 4 B muestra la interacción entre las vistas al curso y el envío de archivos, se infiere que existe una determinada relación entre estos dos factores y se deduce que más de algún estudiante envía un archivo durante el transcurso del día. Por otro lado, el Gráfico 4 C muestra el horario de interacción durante las 24 hrs., existiendo actividad a partir de las 7:00 horas, la cual incrementa considerablemente durante el día, éstos coinciden con los horarios de trabajo del CUP ya que existen dos turnos: matutino y vespertino, el cual se observa que entre las 13:00 y 14:00 baja la actividad; y por último, el CUP cierra sus puertas a los estudiantes a las 8:00, sin embargo, los estudiantes realizan interacción con la plataforma a hasta las 23:00 y 0 horas.

5. Conclusiones y trabajo futuro

La interacción que realizan los estudiantes en una plataforma virtual es muy valiosa, en esta investigación se encontró que hubo información que fue borrada y que hubiese traído mejores resultados. La plataforma se utiliza de distintas maneras y no todos los cursos considerados *b-learning* utilizan las mismas e-actividades de evaluación y comunicación, para ello es importante que se establezcan criterio para el mejoramiento de los cursos y proporcionar a los estudiantes mayor uso de las e-actividades que ofrece Moodle.

Como trabajo futuro se desea realizar una investigación una técnica descriptiva de agrupamiento de la minería de datos, utilizando en donde se pueda observar el desempeño académico de los estudiantes en cursos *b-learning*.

Agradecimientos. Al centro universitario participante en el estudio por proporcionar la base de datos de la plataforma Moodle para realizar esta investigación.

Referencias

- [1] T. Escobar-Rodriguez and P. Monge-Lozano, "The acceptance of Moodle technology by business administration students," *Comput. Educ.*, vol. 58, no. 4, pp. 1085–1093, May 2012.
- [2] E. García, C. Romero, S. Ventura, and C. de Castro, "A collaborative educational association rule mining tool," *Internet High. Educ.*, vol. 14, no. 2, pp. 77–88, Mar. 2011.
- [3] L. Ortiz, "Campus Virtual: la educación más allá del LMS," *Rev. Univ. y Soc. del Conoc.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2007.
- [4] R. Martínez and Y. Heredia, "Tecnología educativa en el salón de clase," *Rev. Mex. Investig. Educ. RMIE*, vol. 15, pp. 371–390, 2010.
- [5] L. Torres, E. Prieto, and L. López, "Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Evaluación del uso de las herramientas virtuales en el máster de educación para el desarrollo," *Eduotec-e, Rev. Electrónica Tecnol. Educ.*, vol. 39, pp. 1–18, 2012.
- [6] J. Cabero and P. Román, "E-Actividades: Un referente básico para la formación en Internet." Eduforma, España, 2006.
- [7] G. Salmon, *E-tivities: The key to Active Online Learning*. Taylor & Francis e-Library, 2004.
- [8] C. Coronel, S. Morris, and P. Rob, *Bases de datos: Diseño, implementación y administración*, 9ª. México: CENGAGE Learning., 2011.
- [9] O. Maimon and L. Rokach, Eds., *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*, 2nd ed. Springer US, 2010.
- [10] L. Fausett and W. Elwasif, "Predicting performance from test scores using backpropagation and counterpropagation," *Neural Networks, 1994. IEEE World Congr. Comput. Intell.*, pp. 3398–3402, 1994.
- [11] T. Wang and a. Mitrovic, "Using neural networks to predict student's performance," 2002.
- [12] B. Minaei-Bidgoli, D. a. Kashy, G. Kortemeyer, and W. F. Punch, "Predicting student performance: an application of data mining methods with an educational web-based system," *33rd Annu. Front. Educ. 2003. FIE 2003.*, vol. 1, p. T2A_13-T2A_18, 2003.
- [13] R. Stevens, a. Soller, a. Giordani, L. Gerosa, M. Cooper, and C. Cox, "Developing a framework for integrating prior problem solving and knowledge sharing histories of a group to predict future group performance," *2005 Int.*

- Conf. Collab. Comput. Networking, Appl. Work.*, pp. 1–9, 2005.
- [14] V. Oladokun, A. Adebajo, and O. Charles-Owaba, “Predicting Students’ Academic Performance using Artificial Neural Network : A Case Study of an Engineering Course,” *Pacific J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 72–79, 2008.
- [15] Y. Kurniawan and E. Halim, “Use data warehouse and data mining to predict student academic performance in schools: A case study (perspective application and benefits),” *Proc. 2013 IEEE Int. Conf. Teaching, Assess. Learn. Eng. TALE 2013*, no. August, pp. 98–103, 2013.
- [16] A. Peña-Ayala, “Educational data mining: A survey and a data mining-based analysis of recent works,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 41, no. 4, pp. 1432–1462, Mar. 2014.
- [17] M. H. Falakmasir and J. Habibi, “Using Educational Data Mining Methods to Study the Impact of Virtual Classroom in E-Learning,” *Proc. EDM*, pp. 241–248, 2010.
- [18] R. Mazza, “Using Information Visualisation to Facilitate Instructors in Web-based Distance Learning,” 2004.
- [19] R. Mazza and V. Dimitrova, “Visualising student tracking data to support instructors in web-based distance education,” *Proc. 13th Int. World Wide Web Conf. Altern. track Pap. posters - WWW Alt. '04*, p. 154, 2004.
- [20] E. García, C. Romero, S. Ventura, and C. De Castro, “A collaborative educational association rule mining tool,” *Internet High. Educ.*, vol. 14, pp. 77–88, 2011.
- [21] M. Achour *et al.*, *Manual de PHP*. PHP, 2013.
- [22] L. Bayuk, “PHPlot Reference Manual,” 2015. [Online]. Available: <http://phplot.sourceforge.net/phplotdocs/>. [Accessed: 30-Jun-2017].

Algoritmo para la resolución de ecuaciones con el método de Newton Raphson, implementando Notación Postfija

Área de conocimiento: Matemáticas computacionales

Diana Suárez López¹, José Solórzano Movilla² y Jefferson González³

¹ Corporación Universitaria Americana, Calle 72 #41-66, Edificio Cosmos Barranquilla, Colombia. dsuarez@coruniamericana.edu.co

² Corporación Universitaria Americana, jsolorzano@coruniamericana.edu.co

³ Corporación Universitaria Americana, gonzalezjeferson@coruniamericana.edu.co

Resumen. Los operadores lógicos matemáticos constituyen el núcleo de las aplicaciones informáticas, por tal motivo lograr una mayor precisión y economía en los cálculos de los programas que usan una gran cantidad de operaciones aritméticas se ha convertido en una necesidad. En ese contexto, desde mediados del siglo XX se diseñaron algunas notaciones que permiten aumentar la precisión en los resultados, así como disminuir confusiones relacionadas con las prioridades entre operadores, un ejemplo de estas es la notación prefija conocida como notación polaca, al igual que la notación post fija llamada polaca inversa.

En el siguiente artículo se da cuenta de la aplicación de la notación post fija en un método iterativo para la búsqueda de raíces de una ecuación, Newton Raphson, algoritmo que por sus características requiere una cantidad considerable de cálculos reiterativos y que en muchos casos con el número de iteraciones aumenta la varianza del error.

Palabras claves: Newton Raphson, Notación postfija, algoritmos matemáticos, operadores lógicos.

1. Introducción

Hoy en día se pueden crear programas en cualquier lenguaje de nuestro agrado, sin embargo, confiamos todo el algoritmo al compilador y con pocos conocimientos sabemos que este lo traduce a lenguaje de máquina, agradecemos este trabajo arduo que hace por nosotros, pero desde el origen de las primeras computadoras los compiladores han tenido que lidiar con el léxico y las expresiones aritméticas, desde las primeras investigaciones relacionadas directamente con los procesadores de lenguaje, fue el estudio del problema de lectura de fórmulas aritméticas complicadas y su interpretación [1]; ya que no contaban con una implementación para diferenciar números de más de un dígito, números con parte decimal e incógnitas x , en este sentido surgen algunos interrogantes ¿Cómo las calculadoras interpretan las expresiones aritméticas? y ¿Cuál será la manera lógica de leer estas expresiones?

De esta manera, se aprende a resolver expresiones aritméticas teniendo en cuenta los operadores unarios o binarios, precedencia de operadores y signos de agrupación. En ese sentido, existen tres tipos de notaciones las cuales definen el orden de los operadores y los operandos, notación infija, notación prefija y notación postfija. Habitualmente se usa la notación infija en expresiones aritméticas en la cual los operadores se escriben entre los operandos y se realiza la operación correspondiente de izquierda a derecha con la particularidad que se obedece la regla de la precedencia de operadores, esto ha sido un problema en el momento de hacer operaciones más complejas que requieren un análisis estricto, para el caso de las computadoras es muy difícil, casi que imposible, tratar de comprender este tipo de expresiones infijas.

Al respecto, la notación prefija también conocida como notación polaca, propuesta por el lógico polaco Jan Lukasiewicz (1878-1956) alrededor de los años 1920, el cual buscaba diseñar una notación libre de signos de agrupación y poder realizar análisis sin ambigüedades. Por otro lado, también existe la notación postfija, en la que los operadores anteceden de sus operandos, por ejemplo: $+ 2 3$ dará como resultado 5.

Es así, como la notación polaca inversa (Reverse Polish Notation) las fórmulas con paréntesis, en su caso más general fueron estudiadas por Kleene en 1934, y por Church en 1940; continuando los estudios anteriores, K. Zuse especificó, en 1945, un algoritmo que determina cuando una expresión con paréntesis [2]. estaba bien formada. En 1951, H. Rutishauser describió el nivel de paréntesis de una fórmula algebraica, como un perfil entre distintos niveles, que parte del nivel cero, y que va ascendiendo nivel a nivel, para descender, por último, otra vez, a nivel cero, en ese sentido todos estos estudios estaban situados dentro del campo de la Lógica. [3].

Así mismo, el análisis de expresiones constituye la parte modular de todos los compiladores e intérpretes de lenguajes, debido a que en la actualidad la mayoría de las calculadoras emplea un analizador de expresiones; Algunos otros emplean la notación postfija, con la siguiente lógica: $2\ 7\ +$ e intenta sacar provecho de que la mayoría de los procesadores disponen de una pila para almacenar datos auxiliares, y de que la evaluación de expresiones, con esta notación puede realizarse con facilidad mediante el uso de una pila auxiliar.

Por tanto, debido a que la posición y la aridad de los operadores sólo permiten una decodificación de una expresión postfija; el truco es explorar varias veces la cadena postfija partiendo de la izquierda, hasta encontrar un operador. Luego, se busca a la izquierda el número apropiado de operando, y se agrupa este operador con sus operando, se evalúa el operador con los operando y se sustituyen por el resultado. Después se repite el proceso, continuando a la derecha y buscado otro operador [4].

2. Notación postfija o notación polaca inversa

Este sistema de introducción de datos algebraicos no se requiere el uso de signos de agrupación para definir el orden de la operación, esto se debe a que los operadores están después de los operandos, permitiendo sin complicaciones resolver una expresión algebraica con exactitud e inequívocamente [5].

Como observamos en la tabla 1. Tenemos la misma expresión algebraica representada en la notación convencional (notación infija) y su equivalente en la notación polaca inversa, ambas expresiones llegarán al mismo resultado ejecutando los pasos necesarios para la resolución de estas

Tabla 1. Expresiones aritméticas

Notación infija	Notación polaca inversa (RPN)
$(2+(3*4))$	$2\ 3\ 4\ *\ +$

Teniendo en cuenta la fig. 1 definimos una serie de pasos (algoritmo) descritos en el diagrama de proceso, para realizar la conversión de una expresión algebraica convencional a una postfija, utilizando elementos de estructuras de datos como colas para construir la expresión postfija y pilas para llevar el orden de precedencia de los operadores y funciones.



Fig. 1. Reglas de precedencia de operadores y funciones

Una vez obtenida la expresión postfija procedemos a resolverla utilizando una pila para los operandos y hacer las operaciones correspondientes siguiendo los siguientes pasos definidos en las figuras 2 y 3.

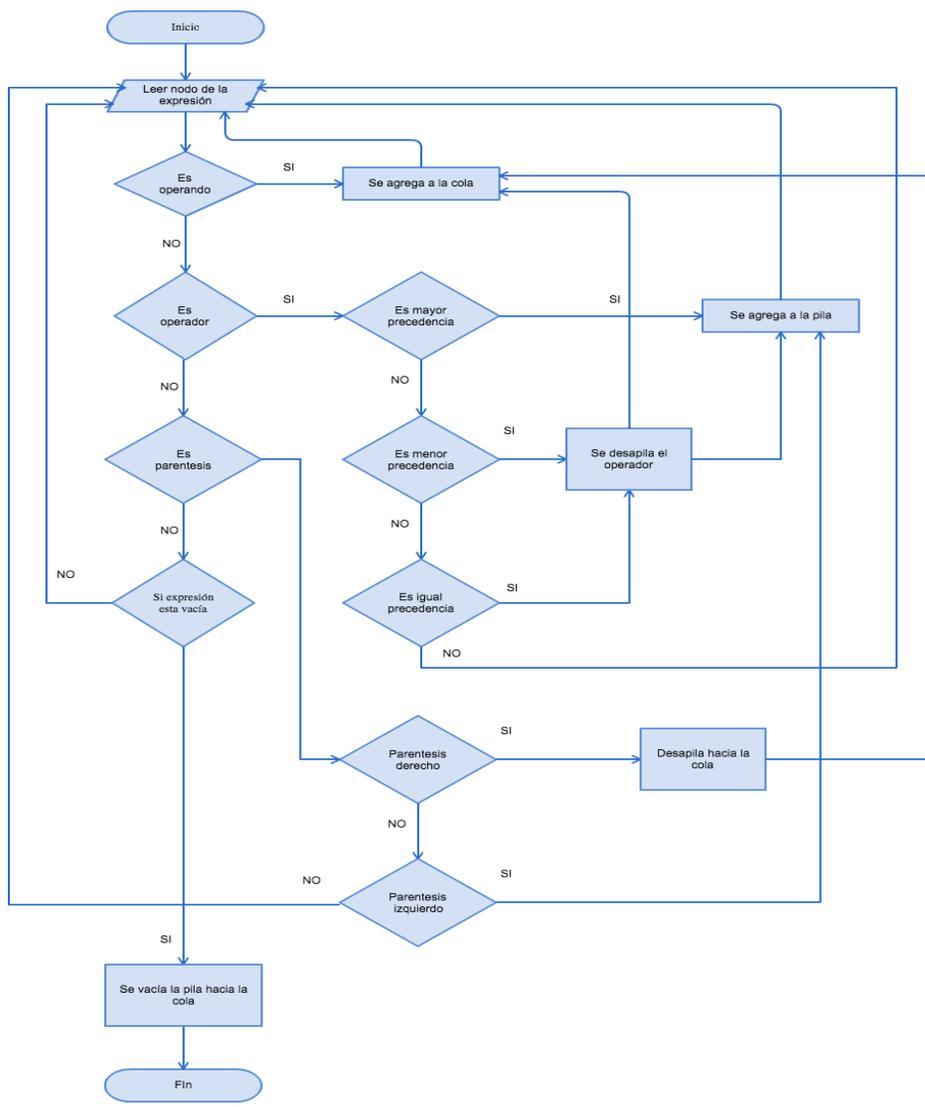


Fig 2. Conversión de notación infija a postfija

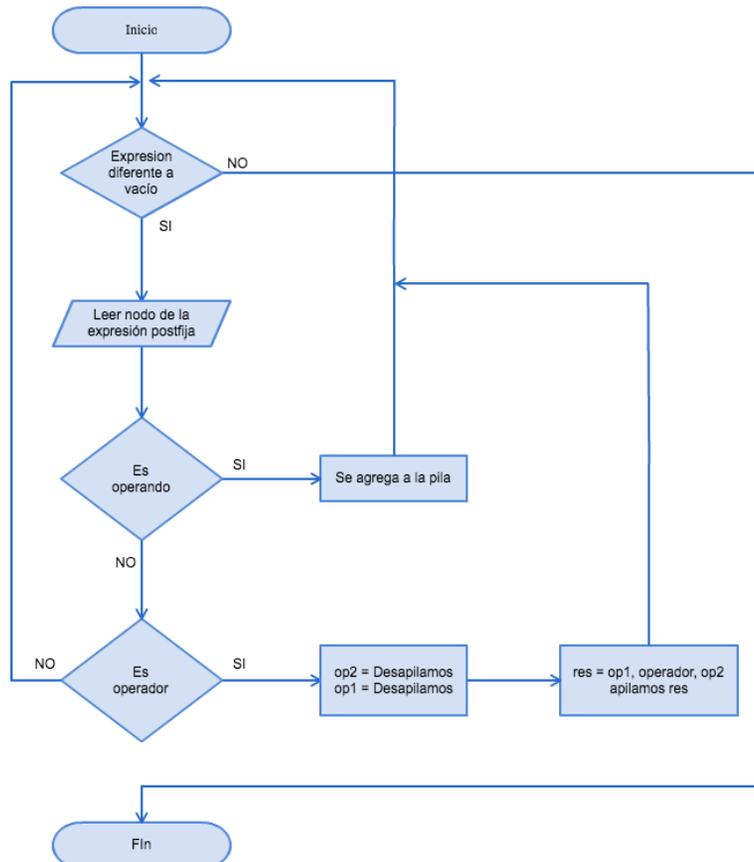


Fig. 3 Diagrama de procesos de resolución de expresión postfija

En la actualidad, se encuentran trabajos en los cuales se desarrolla el tema de la conversión de una expresión infija a una expresión postfija implementando árboles binarios, colas y/o pilas para llegar a tal fin, de los cuales podemos destacar el algoritmo de shunting yard o patio de clasificación. [6]

En ese sentido, una de las principales ventajas que se encuentra en la implementación de este algoritmo de traducción, hablando desde el punto de vista de programación, es que ha sido diseñado para leer carácter por carácter de la expresión infija originando el inconveniente de usar cifras mayores de 2 dígitos y números decimales. Como segunda peculiaridad este algoritmo no es implementado en la escolaridad de los estudiantes [7] ya que se requiere de buena caligrafía y orden al momento de escribir la expresión postfija dando paso a ambigüedades tales como: 6 2 5 +, 62 5 +, 6 25 +

3. Metodología y/o Técnica

Para el este proyecto se tuvo en cuenta el método de Newton [8], considerado una de las técnicas numéricas para resolver un problema de búsqueda de raíces tal como $f(x) = 0$ más poderosas y conocidas, existen muchas formas de introducirlo, una de las más comunes consiste en considerarlo gráficamente; la otra posibilidad consiste en derivarlo como una técnica que permite lograr una convergencia más rápida que la que ofrecen otros tipos de iteración funcional.

Sea $f(x)$ una función continuamente diferenciable dos veces en el intervalo $[a, b]$, lo cual se expresa $f \in C^2[a, b]$; Sea $\bar{x} \in [a, b]$ una aproximación a la raíz p tal que

$$\begin{cases} f'(x) \neq 0 \\ |\bar{x} - p| \rightarrow 0 \end{cases} \quad (1)$$

Expresamos el desarrollo de Taylor de primer grado para $f(x)$ en torno a \bar{x} :

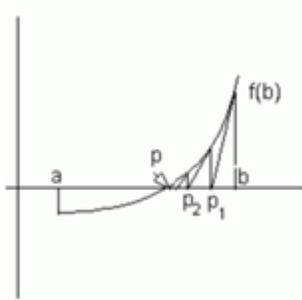
$$f(x) = f(\bar{x}) + (x - \bar{x})f'(\bar{x}) + \frac{(x - \bar{x})^2}{2} f''(C) \quad (2)$$

Procedemos a sustituir $x=p$, considerando que:
$$\begin{cases} f(p) = 0 \\ (P - x)^2 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Donde $0 = f(\bar{x}) + (P - \bar{x})f'(\bar{x})$ y despejando p tenemos $p \approx \bar{x} - \frac{f(\bar{x})}{f'(\bar{x})}$ (4)

En ese mismo sentido definimos que el método de Newton consiste en tomar una aproximación inicial, x , y a continuación obtener una aproximación más refinada mediante la fórmula de arriba. Es decir, se trata de acercarnos a la raíz p por medio de la fórmula recursiva:

$$p_n = p_{n-1} - \frac{f(p_{n-1})}{f'(p_{n-1})} \quad (5)$$



La ecuación de la recta tangente que se muestra en la fig. 4 pasa por el punto $(p_n, f(p_n))$ viene dada por $y - f(p_n) = f'(p_n)(x - p_n)$, si hacemos $y=0$, $x=p_{n+1}$

El método de Newton converge siempre que tomemos un p_0 lo bastante cercano al valor p de la raíz.

fig. 4 Recta tangente

4. Resultados experimentales

La investigación arroja como resultado la implementación de la notación postfija o notación de la polaca inversa, para dar respuesta a la problemática, se plantea una mejora en el cual se divide en pasos para convertir una expresión de notación infija a una expresión a notación postfija, de tal manera que desde la programación permita ingresar una ecuación $f(x)$ para ser interpretada como si tuviésemos una calculadora científica exclusivamente para la resolución por el método de Newton Raphson.

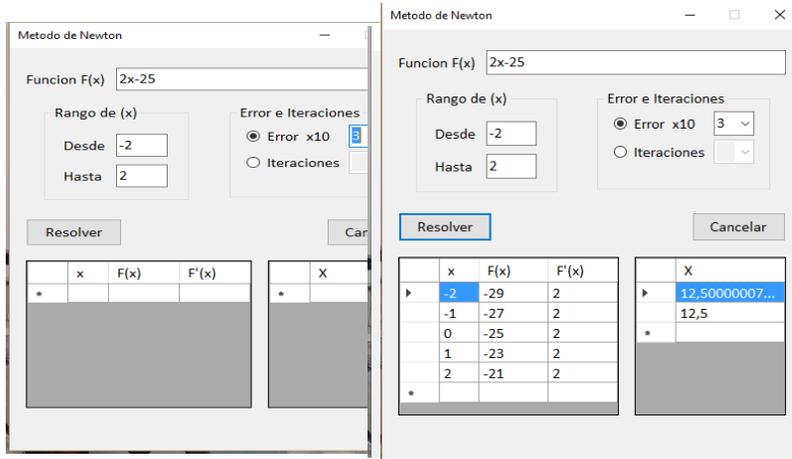
1. Verificar que haya la misma cantidad de paréntesis izquierdos y derechos al igual que no haya caracteres extraños o diferentes a los alfanuméricos permitidos.
2. Tomar la cadena de expresión ingresada, en este caso, en una caja de texto e iterar carácter por carácter buscando los dígitos, puntos decimales e incógnita (x) retornando una nueva expresión con números de varias cifras separadas en términos.
3. Para el correcto desarrollo del algoritmo que hará las veces de calculadora científica, este verificará la correcta sintaxis de funciones unarias tales como: seno, coseno, tangente, logaritmos, Euler entre otras [9].
4. Una vez hallada la expresión en notación postfija, procederemos a resolverla

A continuación, en las figuras 4 y 5 se muestra el software desarrollado para resolver cualquier expresión infija, para probarlo se ingresa la siguiente ecuación $f(x)=2x-25$

Fig 4. ingreso Interfaz

En la la expresión

Al de (x) y la iteraciones resultado otra casilla punto de hace cero (0).



Interfaz datos Fig 5. aplicación

figura 6 se muestra respectiva postfija

configurar el rango precisión de las obtenemos el de $f(x)$ y $f'(x)$ en la vemos en qué (x) la función se

Fig 6. Resultados

Para validar la precisión y economía en los cálculos se llevó a cabo la comparación con otras aplicaciones que resuelven ecuaciones con el método de Newton, como es el caso de Matlab, obteniendo los siguientes resultados comparativos: La función de Matlab no arroja los puntos de evaluación para un intervalo definido, solo muestra el valor óptimo en este caso es 12,5 igual que el método propuesto; con respecto al tiempo de ejecución la función de Matlab tardó 90 milisegundos, mientras que nuestra aplicación tardó 21 milisegundos

Conclusiones

Cabe resaltar que las matemáticas han sido, son y serán el punto de partida para las ciencias de la computación ya que ofrece las herramientas lógicas que nos permiten construir las máquinas y el software que resolverá las distintas problemáticas del mundo de hoy, los compiladores programas que se encargan de hacer realidad las instrucciones que introducimos en un lenguaje de programación y dándonos la potestad de conversar con estas máquinas gracias a que existen las notaciones que pueden entender y ejecutar nuestro pensamiento básico.

Con la implementación del método de la polaca inversa se logró desarrollar una aplicación informática, con la cual se demostró la pertinencia del uso de notaciones alternativas a las comúnmente usadas en las operaciones aritméticas, encontrando resultados destacables en lo referente a la economía y precisión del algoritmo base del programa.

Referencias

- [1] C. C. Guillermo and R. E. Martínez Solano, "Sobre algunos errores comunes en desarrollos algebraicos," *Zona Próxima*, (8), 2007.
- [2] P. V. Krtolica, & P. S. Stanimirović, *Deducing about the Necessity of the Parenthesis*. Filomat, 87-93, 2000.
- [3] J. Fernández and C. Ochoviet, "Procedimientos Rituales en la Resolución de Ejercicios en Contexto Algebraico en Estudiantes de Profesorado de Matemática/Ritual Procedures while Solving Tasks in Algebraic Context in Pre-Service Mathematics Teachers," *Bolema*, vol. 29, (52), pp. 704-728, 2015.

- [4] L. P. Constantino. Aspectos computacionales en la estimación de incertidumbres de ensayo por el Método de Monte Carlo. Innotec, Vol 8, pp, 13-22. 2013
- [5] M. Socas, Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas. Análisis desde el enfoque lógico semiótico. 2007
- [6] R. Acuña-Agost, Mathematical modeling and methods for rescheduling trains under disrupted operations, Avignon. 2009
- [7] C. C. Guillermo and R. E. Martínez Solano, "Una alternativa para prevenir el error de linealización $(x^ny)^n = x^n y^n$," *Zona Próxima*, (18), 2013.
- [8] G. Rubiano, "Método de Newton, mathematica y fractales: historia de una página", *Boletín de Matemáticas*, vol. 14, (1), pp. 44-63, 2007.
- [9] Jorge Hernán Aristizábal-Zapata, Á. M. Jiménez-Rojas and A. Á. Wilson, "Implicaciones pedagógicas de un software de geometría dinámica en la percepción geométrica de las funciones trigonométricas seno, coseno y tangente," *Praxis*, vol. 11, pp. 30-46, 2015.

Análisis de factibilidad para la creación de una comunidad virtual orientada a la convivencia de personas sordas y estudiantes universitarios

María Dolores Vagas-Cerdán ¹, Karla Itzel Saldaña-Vazquez², Rafael Rojano-Cáceres³, Carlos Alberto Ochoa-Rivera⁴, Alfonso Sánchez-Orea ⁵

¹ Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática, Av. Xalapa esquina Av. Ávila Camacho S/N, CP 901020 Xalapa, Veracruz, México.

¹dvargas@uv.mx, ²zs12011232@estudiantes.uv.mx, ³rrojano@uv.mx, ⁴cochoa@uv.mx, ⁵alsanchez@uv.mx

Abstract. En el presente artículo se describe una investigación realizada para estimar la factibilidad de crear una comunidad virtual entre personas sordas y oyentes del ámbito universitario. Para la presente investigación se realizó un estudio mediante un instrumento que se aplicó tanto a personas sordas y oyentes, entre los elementos considerados en este estudio se encuentran el uso de las TIC, el uso de redes sociales, y medios de acceso como son teléfonos y computadoras. Derivado del análisis de las encuestas se encontró factibilidad para en un trabajo futuro realizar la implementación de una comunidad virtual.

Palabras Clave: Comunidad Virtual, Usuario Sordo, Usabilidad.

1 Introducción

Si no tenemos cerca, o si no conocemos a alguna persona sorda es muy probable que no nos intereseamos conocer sobre la discapacidad auditiva, algo que resulta muy normal pero que no ayuda a contribuir a la inclusión de las personas sordas en nuestra comunidad.

Como lo menciona Oliver Saks [1] “Somos sumamente ignorantes respecto a la sordera”, a la que el doctor Jonson calificaba de “una de las calamidades humanas más terribles”, mucho más ignorantes de lo que eran las personas cultas en 1886 o 1786. Ignorantes e indiferentes”.

No es suficiente con crear software que permita a los sordos aprender ciertos temas si la población en general no se compromete a tener un acercamiento hacia la persona que presenta una determinada discapacidad. La discapacidad, entendida en su contexto social, es mucho más que una mera condición: es una experiencia de diferencia. Sin embargo, frecuentemente, es también una experiencia de exclusión y de opresión. Los responsables de esta situación no son las personas con discapacidad, sino la indiferencia y falta de comprensión de la sociedad [2].

En la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, se han realizado diversos proyectos para personas con diferentes tipos de discapacidad, en especial el cuerpo académico Tecnología Computacional y Educativa ha realizado diversos proyectos para personas sordas [3] [4] [5] [6] [7], inclusive se ha encargado de gestionar cursos de Lengua de Señas Mexicanas al que han acudido profesores, estudiantes de la Facultad así como de la comunidad Universitaria en General. Debido a esto es que surge la idea de crear una comunidad virtual en la que puedan convivir estudiantes Universitarios y personas sordas y de esta forma lograr concientizar a los estudiantes sobre esta discapacidad.

La primera inquietud a la que nos enfrentamos es si realmente a los estudiantes y a los sordos les interesa participar en una comunidad virtual. Como lo menciona Sacks, tendemos a considerar la sordera, si alguna vez pensamos en ella, menos grave que la ceguera; tendemos a verla como un impedimento o un obstáculo, pero no la consideramos, ni mucho menos, tan terrible en un sentido radical [1]. Por esta razón nos propusimos en primer lugar realizar un estudio para conocer si realmente el estudiante está interesado en participar y por otro lado saber si al sordo le interesa participar y sobre todo si le será posible, ya que debe contar con la tecnología necesaria y especialmente con conocimiento del Lengua de Señas Mexicana (LSM) y del español. En este artículo presentamos el estudio realizado, sus resultados y la metodología propuesta.

2 Referentes Teóricos

2.1 Discapacidad Auditiva

Se dice que alguien sufre pérdida de audición cuando no es capaz de oír tan bien como una persona cuyo sentido del oído es normal, es decir, cuyo umbral de audición en ambos oídos es igual o superior a 25 dB. La

pérdida de audición puede ser leve, moderada, grave o profunda, afecta a uno o ambos oídos y entraña dificultades para oír una conversación o sonidos fuertes. Por pérdida de audición se entiende una pérdida de audición superior a 40dB en el oído con mejor audición en los adultos, y superior a 30dB en el oído con mejor audición en los niños. La mayoría de las personas con pérdida de audición vive en países de ingresos bajos y medianos [8]. En México, de las personas que presentan alguna discapacidad, 49% son hombres y 51% mujeres, de acuerdo a la página oficial del INEGI, una persona con dificultad para escuchar incluye a las personas que no pueden oír, así como aquellas que presentan dificultad para escuchar (debilidad auditiva), en uno o ambos oídos, a las que aun usando aparato auditivo tiene dificultad para escuchar debido a lo avanzado de su problema. En México, este padecimiento llega a afectar a más de 700,000 personas, en diferentes grados de sordera [9]. Según datos INEGI, en el 2010 el estado de Veracruz contaba con 415,569 habitantes de los cuales el 13% eran personas con deficiencia auditiva, incluyendo a personas con aparato auditivo. Eso ha motivado a la creación asociaciones y leyes que ha logrado cambios pequeños en la sociedad, pero no lo suficientemente grande para poder lograr un cambio radical, ya sea en la ciudad de Xalapa o a nivel mundial.

2.2 Comunidad Virtual

De acuerdo a José Antonio Gallego Vázquez [10], define a una comunidad virtual como “un grupo de personas que voluntariamente se asocian con un fin común”. La consecución de este fin conlleva un grado de compromiso por cada uno de sus integrantes, estableciéndose así una relación particular entre ellos y una jerarquía, específicas de esa comunidad. Barry Wellman [11] define que “las comunidades virtuales son redes de lazos interpersonales que proporcionan sociabilidad, apoyo, información, un sentimiento de pertenencia y una identidad social”, dando un alto valor al desplazamiento que ha tenido en los últimos años las comunidades de lo físico a la red, convirtiéndose en el medio principal de interacción organizativa.

Howard Rheingold [12], dice que las comunidades virtuales son “agregaciones sociales que emergen de la red cuando un número suficientemente de personas entablan discusiones públicas durante un tiempo suficientemente largo, y con suficiente sentimiento humano para formar redes de relaciones personales en el ciberespacio”. El autor señala tres puntos importantes para que se conforme una comunidad virtual: la interactividad (debe existir intercambio de información y datos), el sentimiento humano (ya que los reúne un interés, una necesidad, un gusto a fin y definir un tema que una a la comunidad) y el tiempo de permanencia (el miembro debe tener una participación constante).

Una de las características más importantes de una comunidad virtual es la participación cooperativa o colaborativa. Entre más se aprende a través de las publicaciones de los participantes, más se desea entregar información en reciprocidad por la ayuda recibida.

3 Metodología

Para realizar esta investigación se empleó el enfoque mixto, el cual representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implica la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio [13]. Este trabajo de investigación tuvo como objetivo medir la percepción y las expectativas que tienen los usuarios hacia la creación de una comunidad virtual para estudiantes universitarios y personas sordas, mediante una encuesta para cada tipo de usuario. Este modelo de encuesta validada permitió determinar la aceptación de una comunidad virtual según las opiniones de los usuarios.

3.1 Técnica para recopilar los datos

Lo que busca un estudio cuantitativo es obtener datos, que se convertirán en información, de personas, seres vivos, comunidades, contextos o situaciones en profundidad. Se recopilan con la finalidad de analizarlos y comprenderlos, y así responder a las preguntas de investigación y generar conocimiento [13].

3.2 Instrumento

Para recabar la información de los usuarios potenciales se realizaron dos encuestas, una para los Estudiantes Universitarios y otra para las personas sordas. La encuesta para los estudiantes estuvo integrada por 16 preguntas, organizada en tres partes: I. Perfil del Usuario, II. Conocimiento y uso de las comunidades virtuales y, III. Conocimiento e interés por tener un acercamiento a la comunidad de sordos. La encuesta para la los

sordos estuvo integrada por 10 preguntas, organizadas en tres partes: I. Perfil del usuario, II. Uso de las tics, III. Conocimiento e interés por tener un acercamiento a la comunidad Universitaria. Es importante destacar que las personas sordas a quienes se les aplicó la encuesta, pertenecen a la asociación Dies, la cual es una organización que busca mejorar las condiciones de vida e inclusión de las personas sordas en diferentes ámbitos, a través de la capacitación, la atención directa y la orientación a personas sordas y oyentes <http://diesxalapa.org/educaLSM/>. Por lo que conocen la Lengua de Señas Mexicana y saben leer español. Ambas encuestas siguieron un proceso de validación.

3.3 Población de Estudio

Como ya se ha mencionado, la población de estudio de este proyecto se integra de dos sectores. Estudiantes de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana y Personas Sordas pertenecientes a la Asociación DIES, A.C.

3.3.1 Estudiantes de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana.

Esta Facultad cuenta con 757 estudiantes inscritos en el periodo Enero-Julio 2017, distribuidos en las cinco carreras que alberga, como se muestra en la tabla 1.

Licenciatura	No. Estudiantes inscritos periodo
Informática	115
Tecnologías Computacionales	157
Ingeniería de Software	160
Redes y Servicios de Cómputo	118
Ciencias y Técnicas Estadísticas	207

Tabla 1. Población estudiantil de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana

Para la realización de esta investigación se contó con el apoyo del *Laboratorio de Investigación y Asesoría Estadística* de la misma Facultad. Se determinó trabajar con una muestra representativa de cada carrera, tal como se muestra en la tabla 2. Con un nivel de confianza del 95% y un error de muestreo del 0.1.

Licenciatura	No. Estudiantes inscritos periodo (Enero-Julio 2017)
Informática	13
Tecnologías Computacionales	18
Ingeniería de Software	13
Redes y Servicios de Cómputo	14
Ciencias y Técnicas Estadísticas	24

Tabla 2. Muestra representativa de estudiantes de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana encuestados

Error de Muestreo

Este proceso inductivo, se asocia inevitablemente a la posibilidad de cometer errores y este es mayor en la medida que la parte observada sea más pequeña, y, sobre todo, cuando dicha parte no refleja o “representa” la realidad sobre la que recaen las conclusiones de la inferencia.

El error que se comete debido al hecho de que se sacan conclusiones sobre cierta realidad, a partir de la observación de solo una parte de ella, se denomina error de muestreo [14].

Nivel de confianza

Este nivel indica que tan probable es que el parámetro de población, esté dentro del intervalo de confianza. Un nivel de confianza de 95% por lo general es adecuado. Esto indica que 19 de 20 muestras (95%) de la misma población generarán intervalos de confianza que contendrán el parámetro de población.

3.3.2 Personas Sordas

Esta encuesta se adaptó a la población de usuarios potenciales y a su discapacidad por lo que se contó con el apoyo del Maestro de la Asociación DIES, Helio Tienda quien hizo el favor de aplicar la encuesta a once de sus estudiantes, cuyas edades y niveles de estudio tienen un rango muy amplio.

4 Resultados

4.1 Estudiantes Universitarios

De los estudiantes encuestados el 61% fueron hombres y el 39% fueron mujeres y en su mayoría tienen entre 21 y 23 años. Con respecto a las Tecnologías de la Información y la Comunicación los en orden de utilizado con mayor frecuencia a menor respondieron que el teléfono inteligente es el que utilizan mayormente y la Computadora Personal es la que utilizan con menos frecuencia. Al cuestionarles la finalidad con la que utilizaban los dispositivos respondieron que en primer lugar como medio de entretenimiento y en segundo lugar para la realización de sus actividades académicas. Se les pidió que indicaran a qué comunidades virtuales pertenecen y como se puede observar en la tabla 3, la gran mayoría pertenece a FaceBook y cuenta con WhatsApp. Y un número muy reducido de estudiantes no pertenece a ninguna comunidad virtual.

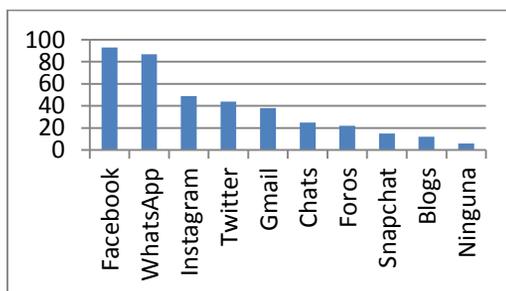


Tabla 3. Uso de las Tic por parte de los estudiantes de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana

Con respecto a la Sordera, se les preguntó a los estudiantes, qué entienden por una persona sorda, los conceptos por los que los estudiantes se inclinaron más fueron, en primer lugar por *persona discapacitada con problemas para escuchar* y en segundo lugar, *persona que no escucha pero que sabe leer y escribir*.

Al cuestionarles qué tan importante consideraban que personas sordas estudiaran en la Universidad, el 80% de los estudiantes lo consideró muy importante. La Universidad Veracruzana tiene un programa llamado *Programa Universitario para la Inclusión de Personas con Discapacidad (PIIP) de la Universidad Veracruzana*, al cuestionarles si conocían o habían escuchado de este programa, el 76% de los estudiantes respondieron que no. Al cuestionarles si conocían a alguna persona sorda, sólo el 23% respondió afirmativamente e indicaron que la forma en que se comunican con ellas es “a señas como puedan”, ninguno de los encuestados conoce la Lengua de Señas Mexicana. El 87% de los encuestados indicó que sí les gustaría conocer más esta discapacidad, el 92% indicó que sí les gustaría aprender a comunicarse con las personas sordas. Y por último, ante la pregunta *¿Te gustaría ser miembro de una comunidad virtual en la que estudiantes de esta Facultad y personas sordas interactuaran?*, el 88% respondió que sí.

4.2 Personas Sordas

La mayoría de los encuestados tienen entre 25 y 40 años. El 91% de ellos sabe leer español y el 100% de ellos conoce la Lengua de Señas Mexicana. Con respecto al nivel escolar que están cursando, como se muestra en la tabla 4, en su mayoría están cursando la Preparatoria.

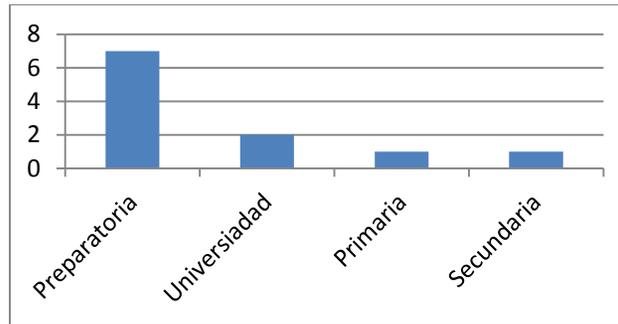


Tabla 4. Nivel de estudios actual de las personas sordas encuestadas.

Como se muestra en la tabla 5, el dispositivo electrónico que emplean con mayor frecuencia es el Teléfono Inteligente, y el 100% de los encuestados lo emplean para comunicarse con sus amigos y familiares.

Teléfono Inteligente	47%
Computadora Personal	40%
Tableta	13%

Tabla 5. Dispositivos electrónicos principalmente empleados por personas sordas encuestadas.

Al cuestionarles cuáles eran las aplicaciones que principalmente utilizaban en sus dispositivos electrónicos indicar, como se muestra en la gráfica, en primer lugar WhatsApp y muy de cerca el Facebook.

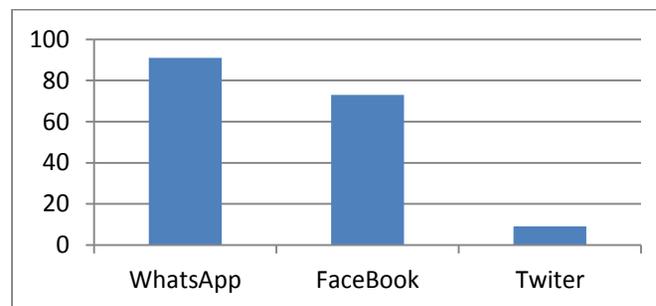


Tabla 5. Aplicaciones principalmente empleadas por las personas sordas encuestadas.

Al igual que a los estudiantes Universitarios se les preguntó ¿Te gustaría ser miembro de una comunidad virtual en la que estudiantes de esta Facultad y personas sordas interactuaran? A lo que el 100% respondió afirmativamente.

4.3 Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos fueron muy positivos y alentadores.

Estudiantes Universitarios

1. Reconocen la importancia de que la Universidad Veracruzana cuente con las condiciones necesarias para dar cabida a Estudiantes Sordos.
2. Les gustaría aprender más de esta discapacidad.
3. Les gustaría aprender a comunicarse con las personas sordas.
4. Les gustaría formar parte de una comunidad virtual en la que puedan interactuar con personas sordas.

Personas Sordas

1. La gran mayoría de los encuestados saben leer español, están realizando estudios.
2. La mayoría tiene teléfono inteligente,
3. La gran mayoría utilizan WhatsApp y Facebook.
4. Todos indicaron que sí les gustaría formar parte de una comunidad virtual en la que puedan interactuar con estudiantes Universitarios.

Estos hallazgos forman el sustento para la creación de la comunidad virtual, y de esta manera contribuir erradicar en cierta forma el desconocimiento que la población tiene con respecto a esta discapacidad, ya que no podemos ser considerados con algo que desconocemos, se busca que esta comunidad virtual genere un vínculo con la comunidad de sordos y que incentive a los estudiantes a conocer más para poder apoyar más.

5 Conclusiones y trabajos futuros.

Estos hallazgos forman el sustento para la creación de la comunidad virtual, y de esta manera contribuir erradicar en cierta forma el desconocimiento que la población tiene con respecto a esta discapacidad, ya que no podemos ser considerados con algo que desconocemos, se busca que esta comunidad virtual genere un vínculo con la comunidad de sordos y que incentive a los estudiantes a conocer más para poder apoyar más.

Acorde a los hallazgos se determina crear una comunidad virtual basada en la Usabilidad y Sociabilidad. La usabilidad es “el atributo de calidad que mide lo fáciles de usar que son las interfaces Web”. Es decir un sitio Web usable es aquél en el que los usuarios pueden interactuar de la forma más fácil, cómoda” [15] y Para Preece [16], la sociabilidad de un entorno virtual facilita que sus integrantes hagan el mejor uso de las herramientas tecnológicas convirtiendo así la comunidad virtual en un espacio eficiente para el intercambio y a la vez efectivo en la generación de nuevos conocimientos de forma colectiva.

El trabajo futuro,

La investigación presentada aporta información muy valiosa para la Fase de Prediseño propuesta en el Ciclo de Vida de Usabilidad por [15] cuyo principal objetivo es conocer al usuario así como las tareas que realiza.

Agradecimiento. Agradecemos a los estudiantes de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, y a los Maestros Carina Lagunes, Helio Tanda y alumnos de la Asociación DIES, A.C. por su valiosa participación en este proyecto.

Referencias

- [1] Sacks, 2003 SACKS, Oliver (2003). Veo una voz: viaje al mundo de los sordos. España: Anagrama. http://files.ascoty.webnode.cl/200000581-66e6067dff/libro_05.pdf
- [2] Saleh, 2005 Saleh, L. (2005). La inclusión desde la mirada internacional. Ponencia presentada en el Seminario Internacional Inclusión Social, Discapacidad y Políticas Publicas en UNICEF, Chile.
- [3] Vargas-Cerdán, MD., Arriaga Bellido, A. (2014) “Una revisión de las guías para el desarrollo de Interfaces usables y de la tecnología para personas con discapacidad visual grave o ceguera”. Avances en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Editorial Alfa-Omega, México D.F., Págs. 320-325. ISBN 978-607-622-367-3.
- [4] Rojano, R., Vargas-Cerdán MD., Benítez, E. Álvarez, F. (2014) “Digital Divide and Disability: A Short Review”. Avances en las Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Editorial AlfaOmega, México D.F., Págs. 312-319. ISBN 978-607-622-367-3
- [5] Sánchez-Orea, A., García-Gaona, A., Vargas-Cerdán, MD., Álvarez-Rodríguez, F. (2014) “Interfaz didáctica sobre entornos virtuales utilizando Kinect para personas con Discapacidad Auditiva” Technologies and Learning: Innovations and Experience. Tecnologías y Aprendizaje: Innovaciones y experiencias. Miami: Humboldt International University / CIATA, 2014. Págs. 585-589 ISBN: 978-0-9915776-1-3
- [6] Sánchez-Orea, A., Vargas-Cerdán, MD., García-Gaona, A., (2014). Capítulo del libro "Brecha Digital: casos de éxito en América Latina". “Herramientas de Software para la inclusión de personas con discapacidad auditiva”. Editorial Pearson ISBN 978-607-32-2985-2.
- [7] Ameca-Alducin, O., (2017). Desarrollo de un Sistema bimodal de Lengua de Señas Centrado en el Usuario Sordo. Tesis de Maestría.
- [8] S/A, Organización Mundial de la Salud. Fecha de última consulta 23 de Julio de 2017 <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs300/es/>
- [9] S/A, INEGI <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/discapacidad0.pdf>. Fecha de última consulta 23 de Julio de 2017
- [10] Gallego Vázquez, J. A. (2013). Comunidades virtuales y redes sociales. línea], disponible en: <http://www.scribd.com/fullscreen/144863981>.
- [11] Boase, J., & Wellman, B. (2006). Personal relationships: On and off the Internet. The Cambridge handbook of personal relationships, 709-723.
- [12] Rheingold, H. (2000). The virtual community: Homesteading on the electronic frontier. MIT press.
- [13] Sampieri, R, Fernández, C, Baptista, P(2010) Metodología de la investigación (5ta. ed.). D.F., México: McGraw Hill.
- [14] Silva LC. Muestreo para la investigación en ciencias de la salud. Madrid: Edit. Díaz de Santos; 1993.
- [15] Nielsen, Jakob. Usability Engineering Academic Press Inc., 1993
- [16] Preece, J. (2000). Online Communities: Designing Usability, Supporting Sociability. Chichester, England: John Wiley & Sons. www.ifsm.umbc.edu/onlinecommunities

Propuesta de agenda electrónica para control de acceso físico automatizado en espacios académicos de la Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana.

Internet de las cosas

Martha Elizabet Domínguez Bárcenas¹, Carlos Alberto Ochoa Rivera², Noé Arturo Aguilar Bonilla³

^{1,2,3} Facultad de Estadística e Informática – Universidad Veracruzana, Av. Xalapa Esquina Manual Ávila Camacho s/n, Xalapa, Veracruz 91000 México.

¹ eldominguez@uv.mx,

² cochoa@uv.mx,

³ zs13011259@estudiantes.uv.mx

Resumen.

La propuesta de este proyecto es llevar un control automatizado de acceso a espacios físicos; esto apoyándose en el uso de distintas tecnologías de hardware, controlado a través de un sistema de software. Se propone la utilización de tecnologías de bajo costo, como placas electrónicas de desarrollo o computadoras de placa reducida, que integradas con otras tecnologías físicas y una solución de software a la medida, faciliten el uso coordinado de las instalaciones físicas para este caso de estudio en una institución académica. Este proyecto permitirá mejorar la seguridad de las instalaciones, ya que permite a los responsables de las instalaciones conocer quienes tuvieron acceso a un cierto espacio y en qué momento lo hicieron. Esto podría ayudar a digitalizar evidencias que solicitan organismos acreditadores y que puede ser una solución innovadora y sustentable.

Es de destacar, que la integración de la solución evidencia las competencias adquiridas por los estudiantes del área de tecnologías de la información, que les permiten proponer soluciones a problemáticas reales.

Palabras clave: Seguridad, control de acceso, automatización, autenticación, tecnología.

1 Introducción

La seguridad de acceso en áreas donde es necesario garantizar la salvaguarda de los activos, es una problemática presente en todo tipo de organización. Las estrategias para lograr este objetivo van desde el control físico hasta la automatización del acceso. Existen en el mercado soluciones tecnológicas para tal fin, mismas que no son viables de implementar en una institución educativa de carácter público, principalmente por el costo que estas implican y lo reducido del presupuesto con el que cuentan, tal es el caso de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana que está ubicada en la ciudad de Xalapa, Veracruz y cuenta con 5 programas educativos que comparten la plantilla académica e instalaciones físicas. Actualmente, la Facultad cuenta con un solo edificio compartido con la Facultad de Economía y se encuentra en construcción otro para las carreras relacionadas a las tecnologías de información y comunicación. En el primer edificio se dispone de 13 aulas de clase, un centro de cómputo dividido en 4 salas, un laboratorio de redes, un laboratorio de estadística, una sala de maestros, un auditorio, una sala audiovisual, un área de secretarías, una dirección, una secretaría académica, una oficina de jefaturas de carrera y otras áreas dedicadas a los programas de posgrado que ofrece esta Facultad.

Una de las áreas más utilizada por los académicos de la Facultad es la sala de maestros, para reuniones de trabajo, reuniones de academia, reuniones de consejo técnico, reuniones de comisiones responsables de cada uno de los programas educativos que ofrece la Facultad, etc. Para acceder a ella se solicita al personal administrativo la utilización del aula, anotar la fecha en una agenda que lleva los registros de la sala y el encargado deberá verificar que se encuentre disponible en el momento que lo requiera el maestro. Esto puede resultar complicado, ya que en ocasiones se debe buscar al encargado de la sala para poder hacer la reservación, además de acudir a la oficina de la Administración para solicitar la apertura y cierre de la misma cuando llega la fecha del evento. Se propone entonces implementar un sistema para automatizar, agilizar y mejorar los procesos necesarios para poder utilizar la sala de maestros.

La propuesta de este proyecto es llevar un control automatizado electrónico de acceso a espacios de la Facultad, agilizando el proceso que se realiza al momento de hacer la solicitud del espacio, así como las acciones necesarias para acceder al mismo. Esto apoyado en el uso de distintas tecnologías de hardware, controladas a través de un sistema de software.

2 Estado de arte

En la actualidad se han desarrollado proyectos con la utilización de herramientas tecnológicas que ayudan a sistematizar acciones que realizamos todos los días, como por ejemplo la seguridad de acceso de un sitio.

A continuación, se presentan dos prototipos de amateurs en el área. En la figura 1 se muestra un control de acceso sencillo con una matriz numérica y una placa Arduino, este sistema pretende tener una seguridad media, dado que se utiliza una sola clave de acceso, para poder acceder se deberá configurar una clave de 4 dígitos y accionar una tecla por defecto previamente configurada [1].

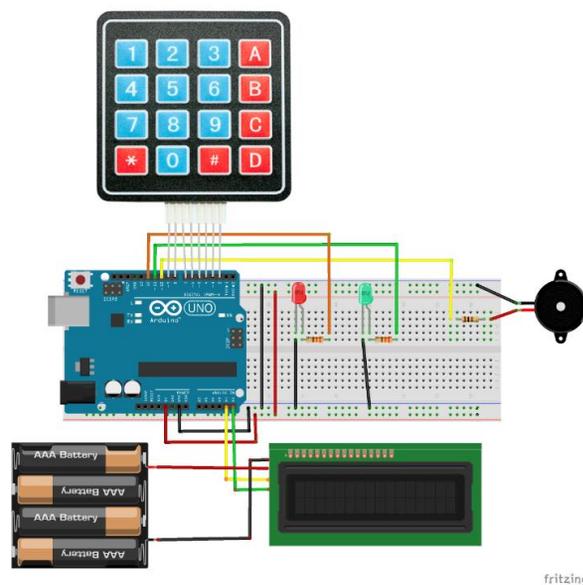


Fig. 1 Diagrama de control de acceso con clave [1].

Otra posible implementación de seguridad de acceso se ha planteado utilizando un lector de RFID y una placa Raspberry Pi [2]. De acuerdo con [3], RFID (Identificación por Radiofrecuencia) es una tecnología que permite la identificación de elementos, consta de dos componentes: una etiqueta o (*tag*) y un lector RFID. La etiqueta puede ser cualquier objeto que incluya el tag RFID asociado a un identificador único, por ejemplo, un llavero, o una tarjeta plástica similar a una tarjeta bancaria, entre otros; y el lector, un dispositivo que por medio de señales de radiofrecuencia (típicamente 125 KHz, 13,56 MHz, 433-860-960 MHz y 2,45 GHz), recibirá el identificador almacenado en el tag. El proyecto muestra cómo acceder a un espacio con una tarjeta RFID o mediante un usuario y contraseña introducidos en una página Web, la cual se encuentra alojada dentro de la placa Raspberry Pi, el nivel de seguridad de este sistema se considera media - alta, ya que cada persona cuenta con un tag único. En la opción de acceso mediante usuario y contraseña es un poco más seguro, dado que solo podrán acceder los que conozcan la página Web y las credenciales. Una desventaja que se encontro en este proyecto es la precisión de la lectura del identificador almacenado en el tag RFID, dado que al intentar acceder al sitio se deberá pasar el tag lo más cerca posible al lector [3], de lo contrario podría obtenerse una lectura errónea y no se podría ingresar al espacio.

La Raspberry PI es una computadora de placa reducida (o SBC, del inglés *Single Board Computer*). Los SBC son computadores completos en una sola placa de tamaño reducido, que son lo suficientemente potentes para ejecutar un sistema operativo real, además estos son de bajo costo y versátiles. Por lo cual son dispositivos útiles para la ejecución de diversos proyectos ya sean educativos o de investigación científica. [4], La Raspberry Pi fue desarrollada en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi (Universidad de Cambridge) en 2011, el concepto básico de la Raspberry Pi es hacer todo más accesible y proporcionar un entorno de programación para proyectos electrónicos [5].



Fig. 2 control de acceso de huella ZKTeco K40 [6].

En el ámbito de venta de control de acceso, se encuentran diferentes sistemas que ofrecen opciones para el control de acceso, como el producto mostrado en la figura 2: Reloj Checador, Control de Asistencia y Control de Acceso marca ZKTeco, Modelo K40. Esta terminal biométrica IP ofrece la función de control de acceso para un sitio. Este dispositivo ofrece verificación y/o registro mediante una terminal Biométrica de Huella Digital. Cuenta con un puerto Ethernet y conexión USB para la transferencia manual de datos o realizar la exportación del reporte de asistencia en formato de Excel. El costo de este producto es de \$2,495.00 MXN [6]. El sistema es privado y no modificable, por lo que no se podría optimizar en un futuro.

Los sistemas de seguridad mostrados anteriormente fueron tomados como referencia para la implementación del proyecto propuesto, mismo que se adapta a las necesidades del contexto planteado. Apoyado en otro tipo de herramientas se puede crear un prototipo que incluya una tecnología para autenticación, tecnología de procesamiento de datos y un servidor de almacenamiento que permita controlar el acceso, de forma que se pueda saber con detalle que usuario accede y a qué hora, a un cierto espacio. En la Figura 3 se muestra un prototipo de la propuesta, así como la forma en que se comunican los elementos que la conforman.

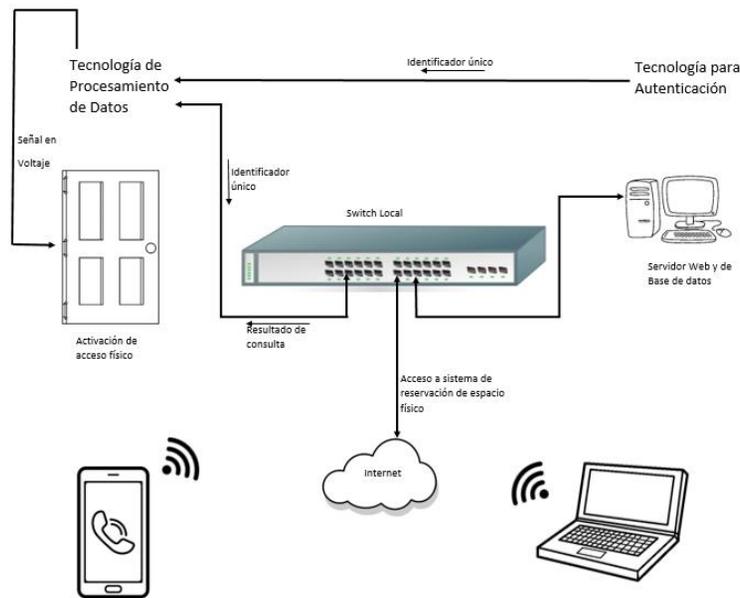


Fig. 3 Propuesta de solución

3 Metodología utilizada

La propuesta plantea el uso de la credencial de identificación proporcionada a todos los miembros de la comunidad universitaria, con la cual la persona que utilizará el aula accederá a un sitio Web previamente diseñado para acceder desde cualquier dispositivo con un software de navegación Web. Una vez registrado, el usuario deberá iniciar sesión y podrá registrar una solicitud de uso del aula, indicando la fecha y hora de inicio y finalización del evento. Para hacer el registro de la reservación, el sistema comprobará si no existe una solicitud en la misma fecha y hora. Cuando se cumpla la fecha que el usuario solicitó, podrá acceder al aula con su credencial, utilizando el código de barras incluido, como identificador único. La tecnología de autenticación entregará el identificador único a la tecnología de procesamiento de datos, misma que hará una comprobación en el servidor de Base de Datos para saber si el código capturado se encuentra registrado y con una reservación activa. Si todo lo anterior se cumple la tecnología de procesamiento de datos enviará una señal en forma de voltaje al activador de acceso físico, indicando que la persona puede ingresar al aula. El activador de acceso consiste en un mecanismo que controlado por la tecnología de procesamiento de datos manipula la cerradura de la puerta.

Como tecnología de procesamientos de datos se podrá utilizar una placa de desarrollo Arduino o una Raspberry Pi, cada placa cuenta con sus propias ventajas y desventajas. La segunda contiene más módulos integrados y así como la posibilidad de manipular a través de un sistema operativo, la placa Arduino es de menor costo, sin embargo, se requiere agregar y configurar módulos adicionales al microcontrolador con que cuenta.

Propuesta tecnológica desarrollada

El siguiente esquema muestra la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto.

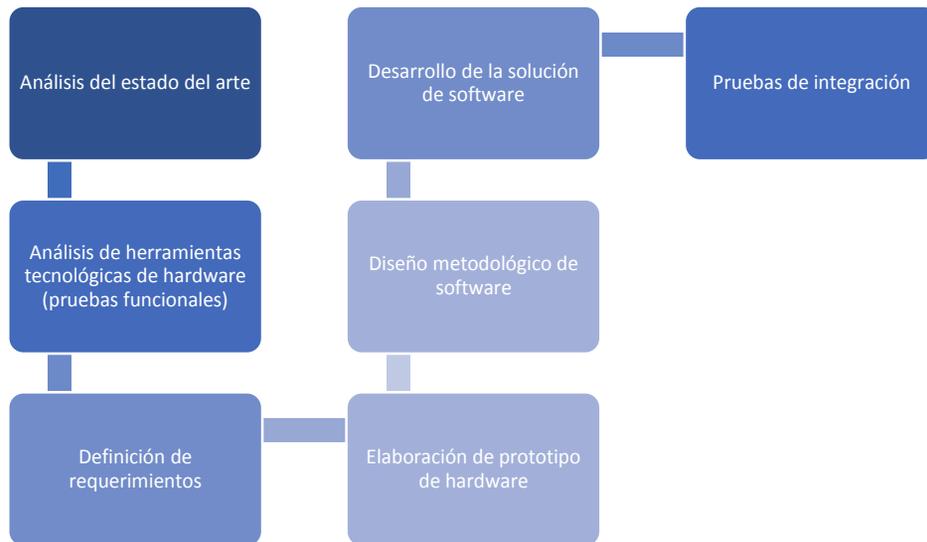


Fig. 4 Fase de metodología

Análisis del estado del arte

A pesar de que en el mercado existen soluciones integrales que permiten controlar el acceso a los espacios físicos, ninguna satisface las necesidades específicas de la problemática planteada, aunado a esto los costos de dichas soluciones quedan fuera de la viabilidad de implantación al interior de la Facultad. Se investigó sobre proyectos que ofrecieran soluciones similares, encontrando varias propuestas útiles y que aportaron ideas para la realización de este proyecto. Sin embargo, esta propuesta se distinguirá por la elaboración de un software a medida, que permita la integración con la solución en hardware.

Análisis de herramientas tecnológicas de hardware (pruebas funcionales)

Con base al análisis del estado del arte se realizó una comparativa de las herramientas utilizadas en los diferentes proyectos encontrados. Se hicieron pruebas con diferentes herramientas físicas como Raspberry Pi y Arduino, al igual que diferentes lectores como el lector RFID, el lector código de barras y teclado numérico, de los cuales, no todas las descritas cumplen con los requisitos necesarios para este proyecto. El hardware para procesamiento de datos que se requiere debe ser de dimensiones pequeñas para brindar facilidad de instalación, de bajo costo y de fácil integración con otras herramientas de hardware y software a utilizar.

Definición de requerimientos

Con base a los resultados del análisis anterior, se decidió utilizar la placa de desarrollo Raspberry Pi como tecnología de procesamiento de datos, concluyendo que es la herramienta que cumple con los requisitos planteados, como tecnología de autenticación se utilizó un lector de códigos de barras para leer el identificador único incluido en la credencial que identifica al personal como trabajador de la Universidad Veracruzana. Por la parte del servidor se empleará una computadora de escritorio para alojar la aplicación y la Base de Datos durante el desarrollo y realización de pruebas y cuando la propuesta esté concluida completamente, se integrará en un servidor de la Facultad para poder acceder y realizar registros desde el exterior.

Elaboración de prototipo de hardware

A partir de la definición de requerimientos se desarrolló un prototipo, que cumple con las especificaciones definidas en el análisis de herramientas. Hasta esta etapa, la solución de hardware se considera funcional.

Diseño metodológico de software

La siguiente etapa es el diseño de software para la implementación de una solución más confiable y segura. Se definirá la metodología de diseño de software que mejor se adapte a las necesidades y tiempos de entrega establecidos, de manera que pueda integrarse la documentación detallada del sistema, permitiendo mejoras a futuro.

Desarrollo de la solución de software

Con base a una metodología ya definida, se podrán programar los módulos correspondientes, que permitan la comunicación con la solución de hardware, el acceso a los usuarios finales, así como la emisión de reportes que sean de utilidad para las autoridades de la Facultad.

Pruebas de integración

Finalmente se podrá unir el sistema software con la solución de hardware, verificando que los componentes de la aplicación funcionen correctamente actuando en conjunto. Se atenderán todos los problemas encontrados durante esta etapa, para garantizar una solución eficiente

4 Resultados

Al momento se han realizado pruebas con distintas herramientas de hardware, se realizó un prototipo de la solución física. La siguiente etapa contempla la elaboración del software que pueda integrarse con la solución de hardware, siguiendo una metodología formal de desarrollo.

Los logros esperados con la presente propuesta contemplan la implementación exitosa en el aula de maestros de la Facultad. Si el sistema resulta ser un verdadero apoyo para el personal, se pretende ampliarlo para su implementación en otras áreas que requieran control de acceso.

5 Conclusiones y trabajos futuros

Además de tener mayor seguridad en la sala de maestros de la Facultad de Estadística e Informática, el proyecto propuesto ayudará a llevar un control más estricto para conocer con detalle y rapidez quienes y cuantas veces utilizan dicho espacio. A futuro, se planea implementar este sistema de acceso en otros espacios físicos de la Facultad y agregar módulos al sistema para tener un control centralizado.

Con base a lo realizado se pudo descubrir el potencial de las tecnologías que se encuentran en nuestro alrededor, que tecnologías puede funcionar juntas y como se pueden integrar para ofrecer mejores soluciones adecuadas a las necesidades que el usuario final requiera. Aplicando los saberes y habilidades obtenidas durante la formación profesional se pueden proponer soluciones a distintas situaciones que tengan posibilidad de ser automatizadas.

Utilizando el sistema se podrán contribuir a agilizar algunas de las actividades cotidianas de un académico dentro de las instalaciones de la Facultad, coadyuvando a reducir retrasos generados por el procedimiento de acceso utilizado actualmente, además de que se llevará un control más exacto de quienes acceden al sitio.

Referencias

- [1] Suso, «CONTROL DE ACCESO CON CLAVE,» 13 Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://www.prometec.net/control-acceso-clave/>. [Último acceso: Junio 2017].
- [2] A. Parekh, «Custom DIY RFID Smart Lock - Hacked Gadgets – DIY Tech Blog,» 14 Marzo 2015. [En línea]. Available: <http://hackedgadgets.com/2015/03/14/custom-diy-rfid-smart-lock/>. [Último acceso: Junio 2017].
- [3] J. I. Portillo García, A. B. Bermejo Nieto y A. M. Bernardos Barbolla, Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): aplicaciones en el ámbito de la salud, Madrid: Fundación madri+d para el Conocimiento Velázquez, 76. E-28001 Madrid, 2008.
- [4] K. González y U. D. Gordillo W., «Estudio sobre Computadores de Placa Reducida Raspberry Pi Modelo B y Cubieboard2 en la Creación de Proyectos con Base Tecnológica de Gran Impacto Social,» *ENGI Revista Electrónica De La Facultad De Ingeniería*, vol. 3, nº 1, p. 10, 2014.
- [5] A. Asadi y H. Kelly, *Raspberry Pi for Beginners*, West Midlands: Imagine Publishing Ltd, 2014.
- [6] ZKTeco, «ZKTeco - Control de Acceso y Asistencia - Reloj Checador Biométrico,» ibix, Spetiembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.ibix.com/pdf/ZK-K40.pdf>. [Último acceso: 12 Septiembre 2017].

III. Tercera Sección de Artículos de Investigación

Una experiencia institucional con Schoology como Plataforma Virtual Educativa en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje a Nivel Superior

Iván Peredo Valderrama¹ Rubén Peredo Valderrama² Fidel González Gutiérrez¹

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.

ivan.peredo@upq.mx
fidel.gonzalez@upq.mx

² Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México

rperedo@ipn.mx

Resumen. El presente trabajo muestra una experiencia institucional con Schoology como plataforma virtual educativa gratuita basada en la nube, considerada como un Sistema Manejador de Aprendizaje (Learning Management System, LMS por sus siglas en inglés), la cual permite tanto al profesor como al alumno reinventar la forma en la que se implementa la tecnología dentro del aula de clases. Cuya finalidad es mejorar el aprendizaje en línea por medio del esfuerzo colaborativo entre profesores y alumnos, permitiendo así que todos trabajen en conjunto para lograr mejores resultados. Dicha plataforma de integración abierta, permite a los alumnos visualizar contenidos multimedia innovadores desarrollados por el profesor, y permite que se puedan ocupar en diferentes modalidades de estudio: presencial, semipresencial, a distancia o en línea, para lograr experiencias de aprendizaje más enriquecedoras y personalizadas. Esta plataforma ofrece a los profesores un conjunto completo de herramientas de administración de aprendizaje, internas y externas; tales como: gestionar contenido existente, desarrollo e implementación de nuevos contenidos, generación y evaluación de exámenes y cuestionarios, compartir con otros educadores contenidos educativos, analizar el rendimiento de manera general e individual de los alumnos, comunicarse con los profesores y alumnos; así como motivarlos de manera eficaz dentro de un entorno en línea.

Palabras clave: Plataforma Virtual, Schoology, Enseñanza-Aprendizaje, LMS, Educación superior, Profesores, Alumnos.

1 Introducción

Una plataforma virtual educativa es aquel software que proporciona un conjunto de herramientas que permite simplificar a un profesor la elaboración de contenidos educativos, así como administrar los contenidos que la conforman de una manera eficiente reduciendo así tiempos en el desarrollo de los mismos. Actualmente existen dos tipos de mercado en donde las plataformas virtuales se han ido enfocando: académico y empresarial.

En el presente artículo se hará únicamente referencia a la plataforma virtual Schoology con enfoque académico, en una experiencia institucional. Cabe mencionar que Schoology fue creada por Jeremy Friedman, Ryan Hwang, Tim Trinidad y Bill Kindler, los cuales asociándose entre sí desarrollaron e implementaron la plataforma virtual en el año de 2009, cuyo objetivo fue el de desarrollar estrategias educativas adoptando métodos de motivación para un mayor nivel de comprensión y aprendizaje en los alumnos. En el ámbito educativo podemos observar que Schoology es una plataforma de aprendizaje sencilla y fácil de utilizar, dentro de la misma se pueden crear grupos de alumnos, herramientas de evaluación, foros de debate, anuncios, subir recursos propios e incluso incluir recursos alojados en plataformas externas como Google Drive, Khan Academy, Dropbox, Evernote. Por ende Schoology es usualmente conocido como LMS y podría ser otra opción eficaz de herramienta de formación como por ejemplo: Edu 2.0, Edmodo, Moodle y Blackboard [1].

A continuación, se hará remembranza de los LMS con enfoque académico de mayor importancia tales como: Blackboard, Desire2Learn, Moodle, Schoology y Canvas. La Figura 1 muestra una breve historia de la evolución de los LMS.

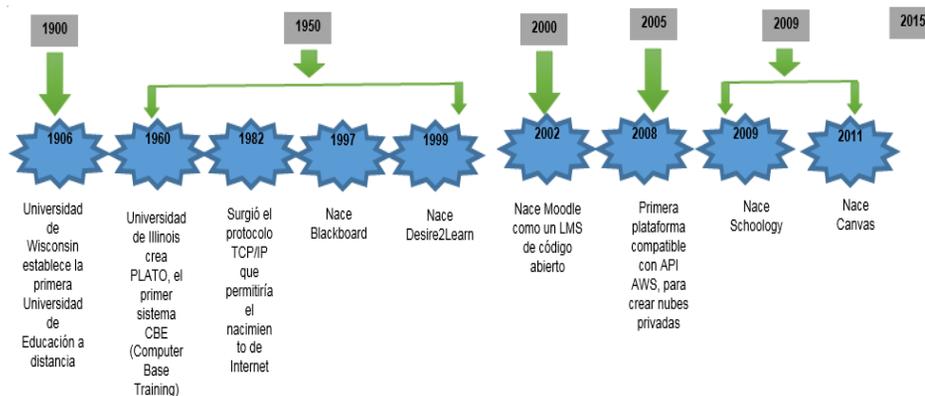


Fig. 1.
Evolución de los LMS [6].

Un LMS busca simplificar el proceso de administración y entrenamiento en la educación. Es un sistema usado por administradores, profesores y alumnos para calendarizar,

registrar, listar, guiar a los estudiantes a través de los cursos y otras actividades de aprendizaje (foros de discusión, chats, video conferencias, etc.). Un LMS simplifica la tarea de creación, manejo y reutilización de contenidos de aprendizaje como páginas, exámenes, lecciones, medios, y otros componentes de los cursos. La selección de un LMS no es tarea sencilla, debe de estar basada en las necesidades de las instituciones y las capacidades del mismo, algunas de las características más importantes que se deben buscar son: generación y evaluación de exámenes y cuestionarios, aprendizaje adaptativo, intuitivo, soporte a diferentes modelos educativos de enseñanza, reutilización de los materiales, importación de medios, importación de objetos y cursos, exportación de cursos, estructura del curso, adecuación de estándares internacionales, presentación consistente, costos, modelos, capacidades de manejo de aprendizaje, plantillas, herramientas colaborativas, etc. [2].

Por lo mencionado anteriormente, el presente trabajo muestra nuestra experiencia institucional en el uso y aplicación de la plataforma virtual educativa Schoology a nivel superior; que en conjunto con distintas tecnologías permitan al profesor y al alumno simplificar el nivel de complejidad en el uso y manejo de herramientas de administración de aprendizaje, gracias a las bondades de la plataforma el profesor promedio puede construir contenidos educativos multimedia, debido a que es un espacio amigable y práctico, a diferencia de otras plataformas virtuales donde es complejo, sin grandes conocimientos técnicos avanzados en las tecnologías de la información (Information Technology, IT por sus siglas en inglés), y mostrando que la plataforma puede ser una opción a otras como Moodle donde su administración y generación de contenidos es complejo para un profesor promedio.

La plataforma de Schoology cuenta con aspectos similares a otras plataformas como Moodle o Edmodo para el desarrollo de cursos a distancia, la propuesta que se hace en este trabajo de desarrollar curso usando Schoology es considerando las ventajas que se tienen con respecto a otras propuestas, entre las cuales se pueden mencionar:

- Es una plataforma en la nube que no requiere de instalación y/o actualización de ningún software.
- Tiene una estructura de red social de docentes y estudiantes para compartir opiniones y recursos.
- Implementa el uso de videoconferencia entre sus participantes.
- Permite la instalación de aplicaciones de terceros.
- La estructura de la plataforma como una red social hace más sencilla y fácil de usar entre los usuarios para crear comunidades de aprendizaje.
- Permite el subir recursos que se encuentren alojados en otras plataformas como Google Drive, Khan Academy, Dropbox, Evernote.

2 Estado del Arte

El desarrollo de materiales de contenido educativo multimedia en las instituciones educativas a nivel superior ha ido evolucionando a pasos agigantados a lo largo de las décadas, a causa de la creciente necesidad de diseñar materiales educativos de apoyo para los alumnos en sus diferentes cursos, pero esto a lo largo del tiempo no ha sido tarea fácil, debido a que anteriormente el profesor en promedio necesitaba ser un diseñador instruccional y experto en varias tecnologías de la información para poder crear este tipo de materiales de apoyo, por consiguiente es que se debe buscar plataformas virtuales que permitan reducir la creciente complejidad de

elaborarlos, y maximizar su reúso. A causa de esta situación se presentan ante nosotros diversos escenarios de posibles soluciones ante nuestro problema, por ende, optamos en seleccionar tres escenarios principales para la solución. El primero de ellos consiste en desarrollar una plataforma virtual educativa institucional desde el análisis, diseño, desarrollo e implementación de la misma. Ahora bien, nuestro segundo escenario comprende el realizar la compra de la plataforma virtual educativa por medio de una licencia. Por último, nuestro tercer escenario consiste en utilizar una plataforma virtual educativa libre. Independientemente de la solución elegida, esta se tiene que adaptar a una opción lo más óptima y lo más cercana posible a las necesidades del profesor, alumnos y de la propia institución educativa [3].

El primer escenario tiene una ventaja importante, la cual permite adaptarse de forma óptima a las necesidades del profesor, alumnos y de la propia institución educativa, pero este escenario tiene un alto riesgo de fracaso, ya que muchas veces no se dan los resultados esperados debido a la enorme complejidad en las distintas tecnologías para elaborar materiales de alta calidad, pero en caso de lograrse favorablemente proporciona a la institución una ventaja competitiva importante, ya que otras instituciones no contarían con ella. El principal problema del segundo escenario es que los profesores, alumnos y la institución educativa deben adaptarse al software, y a los costos por licenciamiento elevados, además esto no ofrece una ventaja competitiva, ya que otras instituciones pueden comprarlo. Otra desventaja importante que presenta el segundo escenario es que el profesor no cuenta con el código de la plataforma, lo cual dificulta su modificación para adecuarla a las necesidades de los alumnos y la institución educativa. En el tercer escenario se presenta un panorama más óptimo y eficaz en donde los profesores y la institución educativa trabajan de la mano, con la finalidad de adaptar de la mejor manera posible las plataformas libres, con el objetivo de crear contenidos educativos de calidad en beneficio del aprendizaje de los alumnos en sus diferentes cursos. Cabe mencionar que durante sus inicios de estas plataformas se presentaron diversos problemas como por ejemplo: Materiales educativos de contenido de texto plano, falta de contenidos multimedia, además su integración era compleja para su publicación en la plataforma para un profesor en promedio. Esta situación en la actualidad ha cambiado debido a los avances tecnológicos en la multimedia y al auge que ha tenido la Web (World Wide Web, WWW por sus siglas en inglés), existen muchas plataformas virtuales que se han beneficiado con estos últimos avances en la tecnología.

Las aportaciones que ofrece este artículo es mostrar una experiencia institucional para: utilizar y aplicar la plataforma virtual educativa Schoology, con un modelo pedagógico constructivista aplicado a la educación virtual en el desarrollo de materiales de contenido educativo para integrarla a las necesidades de las instituciones de educación superior; que en conjunto con distintas tecnologías permitan al profesor y al alumno simplificar el nivel de complejidad en el uso y manejo de herramientas de administración de aprendizaje, gracias a las bondades de la plataforma el profesor en promedio podrá construir contenidos educativos multimedia debido a que es un espacio amigable y práctico a diferencia de otras plataformas virtuales, sin grandes conocimientos técnicos avanzados en las IT. La Figura 2 muestra la interfaz "principal de Schoology".

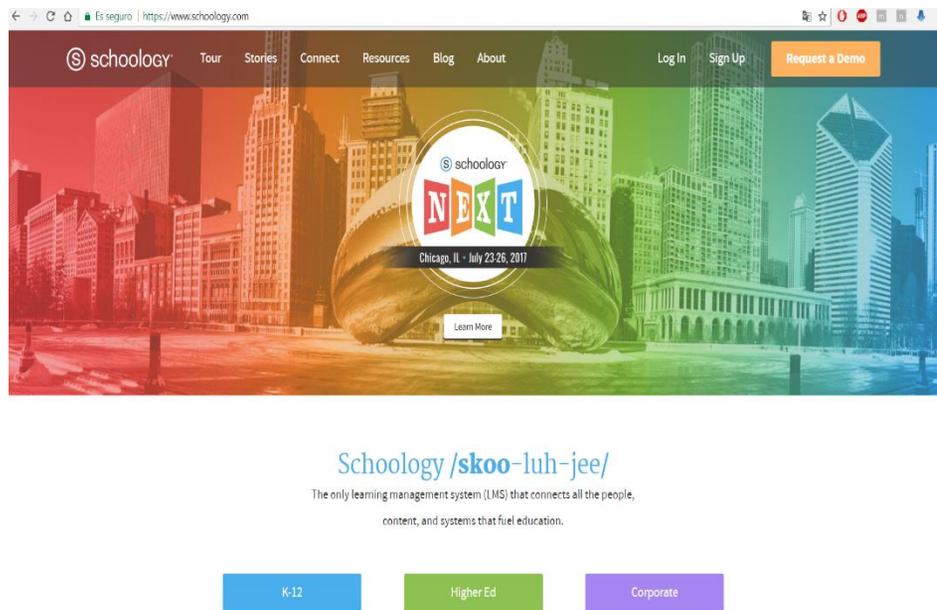


Fig. 2. Interfaz "principal de Schoology" [7].

Una vez ingresado a la plataforma aparecerá un espacio de trabajo donde se apreciará las actividades recientes, notificaciones y muchas otras cosas más. En la parte superior está disponible un menú, en donde se muestra los cursos realizados por el profesor, la Figura 3 muestra dicha interfaz "bienvenida".

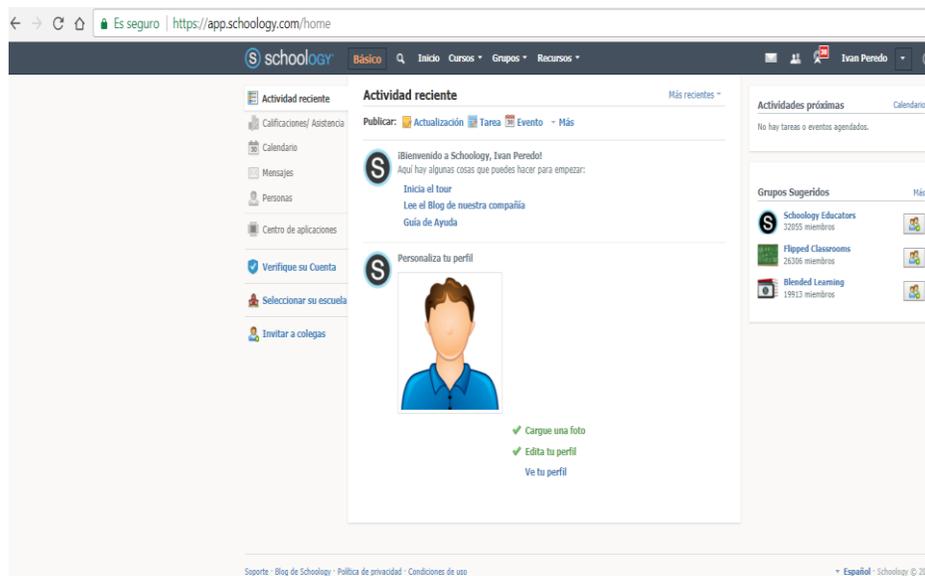


Fig. 3. Interfaz "bienvenida" [7].

Una de las ventajas que tiene Schoology con respecto a otras plataformas virtuales educativas, es que vive en la nube en donde sus datos son seguros y siempre se está ejecutando la última versión, permitiendo así al profesor suministrar contenido básico tales como: documentos ofimáticos, generación y evaluación de exámenes, cuestionarios en línea, desarrollo e implementación de nuevos contenidos, videos, análisis del rendimiento académico de manera general e individual de los alumnos, comunicación con los profesores y alumnos en tiempo real, etc., lo cual ayuda a las instituciones educativas a crear comunidades de aprendizaje en línea y a compartir con otros educadores contenidos educativos. Utiliza como clientes navegadores libres como: Mozilla, Netscape, Opera, y navegadores propietarios como: Internet Explorer. Es totalmente responsivo, ya que se ajusta a cualquier tamaño de pantalla.

Debido a las bondades anteriormente mencionadas con las que cuenta la plataforma fomenta que los profesores exploren y pongan en práctica cada una de las herramientas con las que cuenta dicha plataforma, todo esto en beneficio de los profesores y alumnos con el fin de reducir los tiempos de la elaboración de los cursos en línea, y así poder crear espacios virtuales a los alumnos, siendo una opción ante la imposibilidad de muchas instituciones de poder abrir estos espacios en las modalidades escolarizadas, en la sección de resultados se muestran las interfaces del curso institucional desarrollado denominado: "Fundamentos de Programación", utilizando el modelo pedagógico constructivista aplicado en la educación virtual.

3 Metodología usada

El constructivismo en el ámbito educativo propone un paradigma en donde el proceso de enseñanza-aprendizaje se percibe y se lleva a cabo como proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, de modo que el conocimiento sea una auténtica construcción operada por la persona que aprende. Se considera al alumno como poseedor de conocimientos que le pertenecen, con base en los cuales habrá de construir nuevos saberes. El docente guía para que los estudiantes logren construir conocimientos nuevos y significativos, siendo ellos los actores principales de su propio aprendizaje [4].

Con base en las contribuciones teóricas de la psicología cognitiva (Piaget, Vigostki, Ausubel, entre otros) o de teóricos de la educación a distancia como Peters, Moore, Garrison o Holmberg, así como de investigaciones de distintas disciplinas como la neurociencia, la filosofía, la antropología o la sociología, es posible formular una serie de principios fundamentales para la formación integral del estudiante en la educación virtual, los cuales fueron tomados en cuenta para el desarrollo del curso institucional denominado: "Fundamentos de Programación" [5]:

- **Partir de conocimientos previos**

- **Fomentar el aprendizaje significativo**
- **Motivar y orientar**
- **Fomentar la interacción**

¿Qué pasos deben llevarse a cabo para desarrollar una metodología para cursos de educación virtual?

- **Diseño curricular de los programas académicos.**
- **Diseño de curso.**
- **Mediación pedagógica y el tutor virtual.**
- **Compromiso del estudiante.**
- **Mejoramiento continuo.**

Un aspecto importante a considerar cuando se realiza el diseño de ambientes de aprendizajes virtuales es considerar un diseño instruccional adecuado a la modalidad, las consecuencias pueden ser graves al ver disminuido notablemente los beneficios de las actividades y estrategias de aprendizaje. En el diseño instruccional se definen las fases y los criterios que se deben tener en cuenta para el desarrollo de entornos virtuales, son diversas las definiciones y perspectivas de los diferentes autores.

El modelo instruccional propuesto por Heinich, Molenda, Russel y Smaldino en 1993 está basado en el constructivismo, considerando las características que tienen los estudiantes, los estilos de aprendizaje y la participación activa de los estudiantes. La propuesta es el modelo ASSURE [8] tiene seis fases como se muestra en la Figura 4.

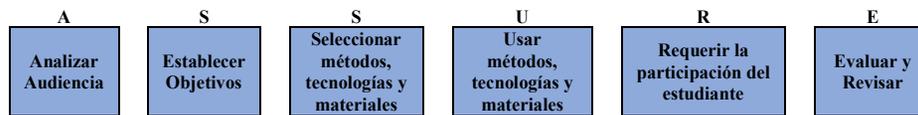


Fig. 4 Modelo Instruccional ASSURE [8]

Analizar Audiencia. El curso de Fundamentos de Programación está dirigido a alumnos de nuevo ingreso de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, a través de las pruebas del CENEVAL y de Orientación Educativa se tiene información sobre las características generales de los estudiantes, entre las cuales se conocen sus habilidades, actitudes y estilos de aprendizaje.

Establecer Objetivos. Se definieron los resultados a obtener al término del curso, los cuales han sido definidos a partir del diseño curricular del programa educativo y que se encuentra detallado en el programa de estudio y el manual de la asignatura.

Seleccionar métodos, tecnologías y materiales. Se seleccionó la plataforma tecnológica de Schoology para la creación del curso, así mismo se realizó el diseño de materiales de apoyo más adecuados como texto, imágenes, videos, multimedia, algoritmos y programas con la finalidad de cubrir los objetivos de cada tema del curso.

Usar métodos, tecnologías y materiales. Se realizó la creación de cada uno de los temas a través de actividades que propician el aprendizaje usando los medios y materiales diseñados.

Requerir la participación del estudiante. Las actividades que se desarrollaron para el curso de Fundamentos de Programación permiten que los alumnos sean los actores principales en la adquisición y construcción del conocimiento.

Evaluar y participar. Es importante considerar la revisión del curso de manera continua con la finalidad de realizar mejoras al producto desarrollado con la finalidad de garantizar un adecuado funcionamiento óptimo de los recursos y material del curso.

4 Resultados experimentales

En esta sección se muestran las interfaces del curso institucional desarrollado denominado: "Fundamentos de Programación", utilizando el modelo pedagógico constructivista aplicado en la educación virtual. El alumno al ingresar a su ambiente, cuenta con una lista de materiales de contenido educativo desarrollados por sus profesores, para poder navegar a través de ellos. La Figura 5 muestra la interfaz de contenido educativo multimedia del curso institucional denominado "Fundamentos de Programación". Está es utilizada por los alumnos para repasar los contenidos educativos multimedia del curso antes, durante y después de la explicación del profesor.

Fig. 5. Interfaz de contenido del curso institucional de "Fundamentos de Programación" [7].

The screenshot shows the Schoology interface for the course "Fundamentos de Programación". The main content area displays a presentation slide titled "1.FUNDAMENTOS DE PROGRAMACION.ppt" with the following text:

Conceptos básicos de algoritmia

- **¿Qué es un problema?**
 - Situación del mundo real que requiere de una solución.

Below the slide, there is a table with the following data:

Temperatura	Tipo de Clima
Temp. < 10	Frio
Temp. Entre 10 y 20	Nublado
Temp. Entre 21 y 30	Calor

The interface also includes a sidebar with navigation options like "Materiales", "Actualizaciones", and "Libreta de calificaciones". On the right, there is a list of students and their scores for the assignment.

La Figura 6 muestra la interfaz de práctica del curso institucional de "Fundamentos de Programación". Esta es utilizada por los alumnos para leer, realizar y subir la práctica del curso en la plataforma, en fecha y hora programada por el profesor.

Fig. 6. Interfaz de práctica del curso institucional de "Fundamentos de Programación" [7].

La Figura 7 muestra la interfaz de examen del curso institucional de "Fundamentos de Programación". Esta es utilizada por los alumnos para realizar el

examen del curso en la plataforma, en fecha y hora programada por el profesor con un tiempo determinado.

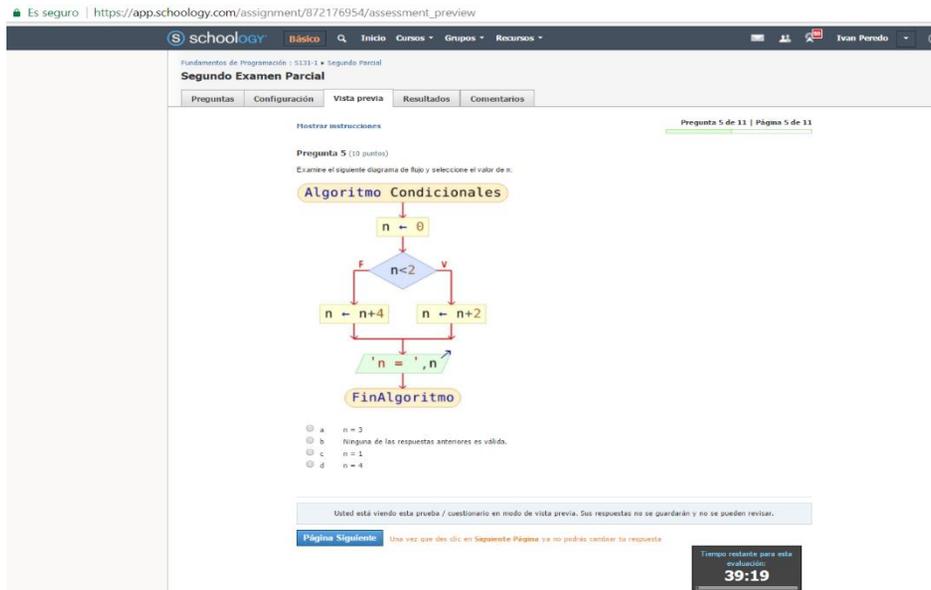


Fig. 7. Interfaz de examen del curso institucional de "Fundamentos de Programación" [7].

La Figura 8 muestra la interfaz del video del curso de "Fundamentos de Programación". Esta es utilizada por los alumnos para repasar el contenido educativo multimedia del curso antes, durante y después de la explicación del profesor

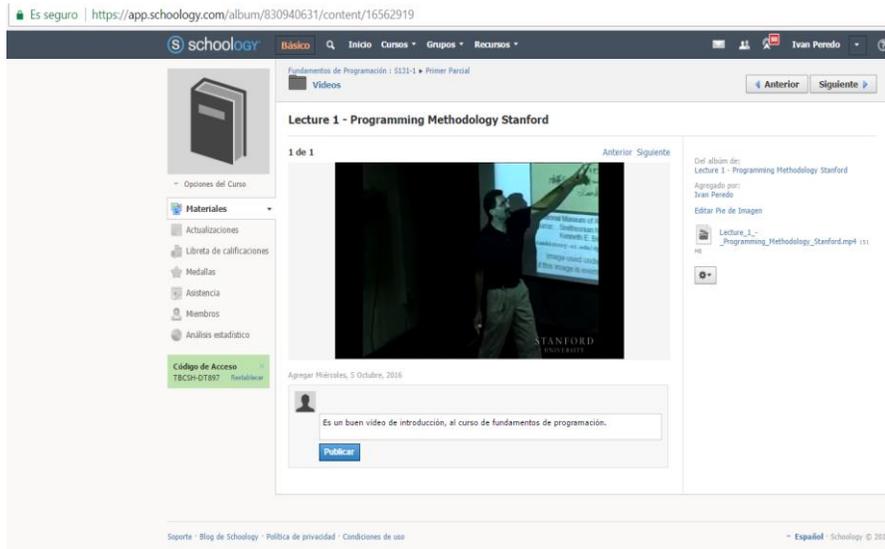
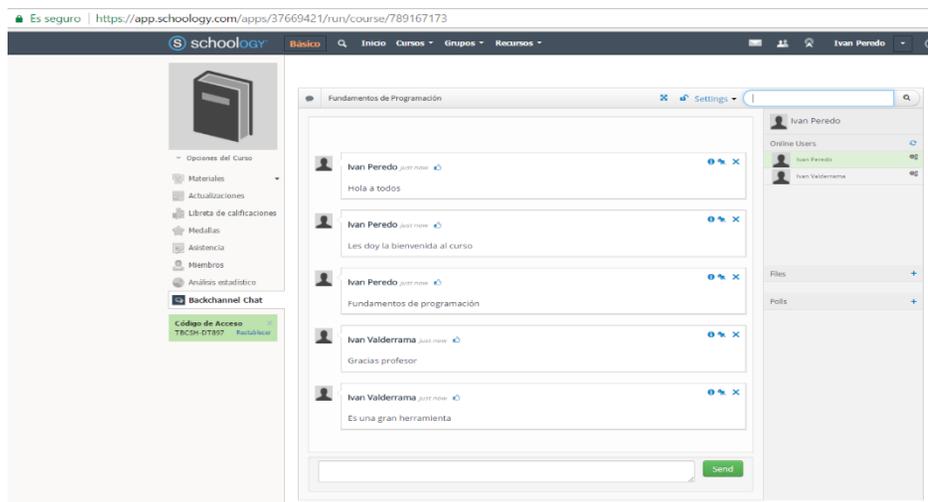


Fig. 8. Interfaz de video del curso institucional de "Fundamentos de Programación" [7].

La Figura 9 muestra la interfaz de la aplicación colaborativa externa a Schoology denominada "**Backchannel Chat**" del curso institucional de "Fundamentos de Programación". Esta es utilizada por los alumnos y profesores para comunicarse entre sí para discutir y debatir temas importantes del curso.

Fig. 9. Interfaz colaborativa externa a Schoology denominada "**Backchannel Chat**" del curso institucional de



"Fundamentos de Programación" [7]. Otra herramienta externa a Schoology muy interesante es la denominada "**PlayPosit (fka eduCanon)**". La Figura 10 muestra la interfaz del video "**PlayPosit**" del curso institucional de "Fundamentos de Programación". Esta es utilizada por los alumnos para

probar los conocimientos aprendidos en la clase por medio de un video con preguntas y respuestas.

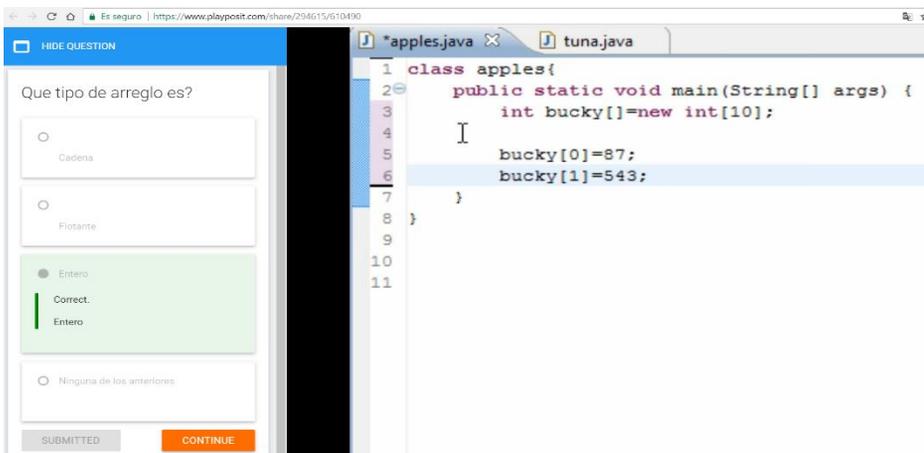


Fig. 10. Interfaz de video "**PlayPosit**" externa a Schoology del curso institucional de "Fundamentos de Programación" [7].

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Hoy en día Schoology es una de las plataformas de mayor uso a nivel mundial, gracias a que es considerado un LMS, reside en la nube donde sus datos están seguros y siempre se está ejecutando la última versión, permite a los usuarios crear, administrar y compartir contenidos y recursos con otros colegas expertos en la materia, otra ventaja que se pudo observar es que dicha plataforma puede ser traducida a varios idiomas como: inglés americano, inglés británico, japonés, español, francés, malay y portugués, ya que es software libre; para fomentar el aprendizaje del alumno de manera interactiva y autónoma, donde ellos mismos puedan ir a su propio ritmo, por todos estos beneficios y más es que Schoology es reconocida ampliamente como un sistema de gestión de aprendizaje versátil, fácil de utilizar, que en conjunto con los materiales educativos innovadores del profesor y la plataforma posibilita motivar a los alumnos a construir su propio conocimiento, y facilitar el aprendizaje hacia la mejora continua, que puede ser utilizada en diferentes combinaciones de modalidades de estudio como: presencial, semipresencial, a distancia o en línea. Cabe señalar que Schoology es una solución educativa que fomenta la innovación, la creatividad y la colaboración activa entre todos los usuarios del servicio, gracias a esta plataforma virtual es que se logra que los alumnos colaboren de manera interactiva y autónoma.

La presente propuesta desarrollo el curso institucional denominado: "Fundamentos de Programación", mostrando las ventajas de la plataforma Schoology, conjuntandola con el desarrollo del curso institucional "Fundamentos de Programación", para presentar una propuesta innovadora, que busca sensibilizar a las instituciones educativas a nivel superior para adoptar y ponerla en práctica dentro del alumnado dicha plataforma virtual, gozando así de las innumerables ventajas que tiene y que permita conjuntar a los mejores investigadores y profesores en una sinergia conjunta, logrando así que los profesores tengan la capacidad de utilizar nuevos recursos educativos que le permitan responder a las demandas de los alumnos. La propuesta puede beneficiar a millones de estudiantes a nivel nacional, con educación de alta calidad en las partes más apartadas del país. Téngase en cuenta que el estudio de estos nuevos escenarios virtuales tiene grandes aportes y beneficios para el sector educativo, pues además de que para las instituciones educativas no implica ningún costo gravoso en lo que a infraestructura se refiere, el manejar una estructura semejante a la de una red social; facilita la familiarización con el mismo no sólo en el profesor, sino con el protagonista principal que es el alumno, permitiendo reinventar la forma en la que la tecnología está siendo implementada en el aprendizaje y en los salones de clases de una manera sencilla y fácil de usar. La plataforma virtual educativa Schoology permitió incorporar a la propuesta dos ventajas fundamentales las cuales se mencionarán a continuación: la primera de ellas consiste en mejorar la reutilización de los materiales de contenido dentro del aula de clases, y la segunda de ellas fue brindarle al profesor una herramienta tecnológica el cual permita a los profesores realizar innumerables tareas para mejorar la dinámica del curso, y el progreso académico década estudiante.

Agradecimientos. Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por su apoyo para este trabajo dentro del proyecto SIP: 20172148 y 20171418 y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y estudiantes que participaron en el diseño y desarrollo del curso descrito en este artículo.

Referencias

- [1] Juárez A., Aguilar A., De León L., Alanís J. y Guerrero S. (2016). Experimentación de plataformas de aprendizaje. ITESM.
- [2] Peredo I. y Peredo R. (2016). Propuesta de una Herramienta para la Elaboración de Contenidos Educativos Multimedia. Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática: RISCO. Recuperado de <http://www.iiisci.org/Journal/riSCI/FullText.asp?var=&id=XA570YT15>
- [3] Peredo I., Anaya K. y Peredo R. (2013). Sistema Generador de Materiales de Contenidos Educativo Utilizando la Tecnología Microsoft.net. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática, Orlando, EEUU.
- [4] Serrano J. y Pons, R. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. Revista Electrónica de Investigación Educativa: Redie. Recuperado de <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>
- [5] Meza J. (2012). Modelo pedagógico para proyectos de formación virtual. GIZ. Recuperado de <https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342P/1522/wp-content/uploads/2013/02/Ebook-final.pdf>
- [6] Mindflash.com (2014). The Learning Management Systems History Infographic. Recuperado de <http://elearninginfographics.com/the-learning-management-systems-history-infographic/>
- [7] Schoology.com (2017). Plataforma virtual Schoology. Recuperado de <http://www.schoology.com>
- [8] Belloch C. (2013). Diseño Instruccional. Recuperado de Universidad de Valencia <http://www.uv.es/~bellochc/pedagogia/EVA4.pdf>.

Oportunidades del Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) para la aceptación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones por parte de adultos mayores

María Elena Reyes Castellanos¹ y Sandra Dinora Orantes Jiménez²

¹Centro de Investigación en Computación-IPN, Av. Juan de Dios Bátiz, esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México
b160683@sagitario.cic.ipn.mx

² Centro de Investigación en Computación-IPN, Av. Juan de Dios Bátiz, esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México
dinora@cic.ipn.mx

Resumen. El modelo TAM (Technology Acceptance Model, Modelo de Aceptación de la Tecnología) es de los más utilizados y es una teoría de sistemas de información que modela cómo los usuarios llegan a aceptar y utilizar una tecnología; razón por la cual, el presente trabajo propone una extensión del TAM proporcionando una perspectiva enfocada al adulto mayor, encaminada particularmente hacia el uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones para establecer una estrategia que permita acercar al adulto mayor al uso de las computadoras y de Internet. Se orienta al uso de la tecnología por parte de personas de la tercera edad, debido al incremento nacional y mundial de este sector poblacional, el cual presenta características propias. En esta nueva extensión se integran variables externas, estableciendo la relación entre las variables propuestas y las variables principales del modelo.[2][3]

Palabras clave: TAM, adulto mayor, aceptación de la tecnología, envejecimiento.

1 Introducción

En la actualidad se vive en una era en la cual las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) están al alcance de todos cada vez más los precios son más accesibles y esto, hace que la inversión en ellas sea un factor clave para cualquier persona y para cualquier sector.

Los adultos mayores en ciertos sectores no son la excepción, considerando que además, tienen necesidades y demandas similares a las de las personas de otras edades, es decir, requieren tecnología útil, funcional, manejable y significativa. Su acceso a ésta sigue las mismas reglas que en los otros grupos como, por ejemplo, poder adquisitivo o capacidad de manejo, entre otras.

Las personas de la tercera edad también afrontan numerosas restricciones físicas y mentales, algunas de ellas relacionadas con la edad, como la disminución de la capacidad visual, la pérdida de la memoria de corto plazo o el número creciente de enfermedades crónico-degenerativas, como la artritis.

Estos padecimientos propios de la edad plantean todavía más obstáculos a vencer en el proceso de aprender y dominar las TIC. Aunado a esto, con frecuencia experimentan niveles más altos de ansiedad y tienen actitudes menos favorables que la gente más joven debido a sus niveles más altos de ácidos grasos, indicadores de la respuesta metabólica del cuerpo humano al estrés.

Con relación al aspecto económico, no es necesario comprar una computadora para ser usuario, pues en la actualidad hay diversas opciones, como los negocios de Internet o las instituciones que ofrecen este servicio gratuitamente a los adultos mayores; ejemplo de esto en México es el Instituto Nacional para el Adulto Mayor (INAPAM).

No obstante, también se espera que pronto haya resultados positivos y el panorama cambie, ya que hay un gran interés entre los productores, investigadores, diseñadores, proveedores y otros actores involucrados sobre el uso de la tecnología para el adulto mayor.

Dos factores claves para ello, son la necesidad de cooperación entre diferentes actores y la adopción de enfoques multidisciplinarios en la investigación sobre el envejecimiento y la tecnología.

El uso creciente de las computadoras y de Internet ha transformado profundamente las vidas de los adultos mayores en cuanto a su salud y posibilidades de entretenimiento, entre otras cosas.

En esta investigación, se propone una extensión del Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM), modificándolo, al plantear variables externas, estableciendo la relación entre las variables propuestas y las variables principales del modelo.

En las siguientes secciones se plantea el Estado del Arte, la Metodología utilizada para esta investigación y algunas conclusiones.

2 Estado del Arte

Para predecir mejor el comportamiento del uso de la tecnología es importante entender los factores que influyen en su aceptación y uso. El Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) ofrece una poderosa explicación de la percepción y el uso de la tecnología, se realizó la revisión de estudios empíricos que estudian la aceptación de la tecnología por las personas mayores. La búsqueda se llevó a cabo en bases de datos especializadas como SCOPUS, ACM, ELSEVIER, IEEE, encontrando los artículos mostrados en la Tabla 1, los estudios fueron publicados del año 2000 al mes de abril del 2016, para la selección los criterios fueron: TAM o constructos usados en cada estudio, los sujetos de investigación incluyeron adultos mayores, la metodología de investigación y los sujetos fueron claramente descritos, los resultados de la investigación fueron presentados completamente, en idioma inglés, los métodos de investigación se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Estudios empíricos de la aceptación de la Tecnología por adultos mayores.

Tecnología	Constructos	Método de investigación	Muestra	Modelo
Uso de Internet	Género, Edad, Educación, Salud, Relevancia, PU, PEOU, AT, UB	Encuesta transversal	592 adultos comunitarios (60-88 años). Reino Unido	TAM
Comunidades en línea	Edad, Auto eficacia en Internet, Calidad percibida, accesibilidad tecnológica percibida, protección de la privacidad percibida	Encuesta transversal	248 no usuarios de comunidades en línea (20-82 años). Estados Unidos	TAM
Compras en línea	Confianza, participación en comercio electrónico, edad, PEOU, PU	Encuesta transversal	110 usuarios de Internet (52-87 años) Pensilvania, Estados Unidos	TAM
PDA	STA, PEOU, PU, edad, UP	Encuesta par STA, PEOU, PU; Tareas experimentales que miden el rendimiento	16 adultos (18-27 años) y 16 adultos (50-69 años) Estados Unidos.	TAM
Robot Social	Uso general, Comunicación y relación con el robot, interés personal en la tecnología	10 días de interacción con el robot, entrevista semi-estructurada.	3 adultos mayores. Los países bajos	TAM
Vídeo Juegos	PU, PEOU, Actitud para jugar, narrativa del juego, interacción social, condición física	Cuestionarios	474 adultos mayores (mayores de 60 años) China	TAM

IU= Intención de USO, PEOU= Facilidad de Uso Percibida, UB= Comportamiento real de uso, TAM= Modelo de Aceptación de la Tecnología, PU= Utilidad percibida, BI= Intención de comportamiento, AT= Actitud hacia el uso, STA= Competencia técnica subjetiva, UP= Rendimiento del usuario.

2.1 Modelo TAM

El Modelo de Aceptación de la Tecnología fue diseñado para realizar medidas evaluadoras de la calidad de los sistemas de información y de su adaptación a las necesidades del trabajo y por lo tanto, se utiliza para hacer predicciones de aceptación y uso de nuevas tecnologías. Se mantiene en la línea de la tradición de investigaciones previas de los sistemas de información que buscan la identificación de los atributos que conducen al éxito de los sistemas de información en la empresa, tomando como medida la satisfacción de los usuarios.

El Modelo de Aceptación de la Tecnología se hizo popular a raíz de que sus escalas de medida predecían la aceptación de los usuarios mostrando unas propiedades psicométricas fuertes, se adaptaba a las necesidades de las investigaciones sobre sistemas de información y era muy fácil de administrar (un total de 21 ítems). Aunque quizás lo más importante sea que ha permitido la comparación sin complicaciones de diferentes sistemas de información.[4]

El modelo TAM sostiene que la actitud hacia el uso de un sistema de información está basada en dos variables antecedentes, como son la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida del sistema. Esto es similar al resultado de los juicios de Bandura [6] y su concepto de autoeficacia. La utilidad percibida se define como "el vaticinio de un usuario acerca de la probabilidad subjetiva de que utilizando una aplicación específica de un sistema de información se incrementará su rendimiento en una organización". Los ítems incluyen medidas para saber cómo los sistemas podrían permitir al usuario acometer tareas más rápidamente, incrementar la productividad, aumentar la eficiencia y mejorar el rendimiento del trabajo.

El constructo utilidad percibida se centra en aspectos relativos al rendimiento (la productividad y la eficiencia). Tomando como referencia las investigaciones sobre motivación y las taxonomías de la teoría de evaluación cognitiva de Deci [7], Davis, Bagozzi y Warshaw [8] identifican a los determinantes del uso de la tecnología relacionados con el rendimiento laboral como motivador extrínseco y añaden otros a los que denominan intrínsecos.

La motivación extrínseca se refiere al resultado de una actividad que se percibe como instrumento para alcanzar objetivos valorables, tales como el hecho de que las mejoras de los rendimientos del trabajo pueden ocasionar emolumentos y promociones. La motivación intrínseca conduce a los comportamientos por el puro placer personal y no por una recompensa externa.

Los ítems que emplea Davis como indicadores de la utilidad percibida se orientan a conocer las evaluaciones de las personas acerca de las consecuencias que puede tener en la productividad de su trabajo el uso de un determinado sistema de información.

Otro de los constructos fundamentales del TAM es la facilidad de uso percibida de una tecnología, que está basado en la autoeficacia y se define por Davis [9], como "el grado en el que el usuario espera que el manejo de un determinado sistema conlleve la realización de menores esfuerzos". Los ítems que miden a este concepto son la flexibilidad, la facilidad de su uso, el control y la dificultad para convertirse en un experto en su uso.

En el Modelo de la Aceptación de la Tecnología (TAM) se propone la vinculación directa entre una de las creencias (la utilidad percibida) y las intenciones. Esto supone una diferencia significativa respecto a la Teoría de la Acción Razonada, en la que las creencias sólo impactan en las actitudes. Davis[9], al igual que Triandis[10], entiende que las actitudes tienen elementos de afectividad y argumenta que la relación directa entre la utilidad percibida y la intención está basada en reglas de decisión cognitivas para mejorar el rendimiento laboral y no necesariamente tienen por qué activar la afectividad "Si el afecto no está completamente activado cuando se decide usar un determinado sistema, una actitud podría no estar dispuesta para recibir el impacto de las consideraciones del rendimiento relativo a una intención. Por lo tanto, la relación entre la utilidad percibida y la intención representa un efecto directo, al considerar que la gente forma sus intenciones hacia el uso de un ordenador pensando en cómo mejorará el rendimiento de su trabajo". En la Figura 1 se muestra el Modelo de Aceptación de la Tecnología.

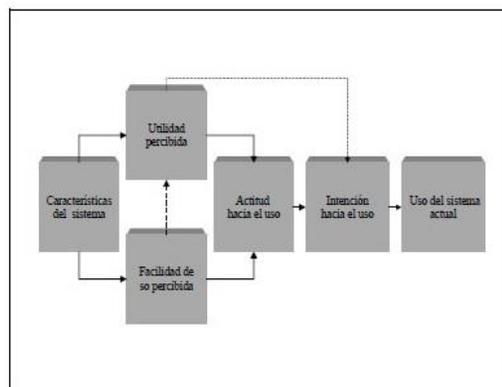


Figura 1. Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM).Fuente: Davis, 1989.[9]

3 Metodología utilizada

En esta sección se describen la metodología utilizada para la propuesta de extensión del modelo TAM.

3.1 Determinación de la población de estudio

La población objeto de la presente investigación son los adultos mayores de la Ciudad de México, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la distribución de la población de adultos mayores es la que se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Población de adultos mayores. Fuente INEGI.[1]

Tamaño de localidad	Grupos quinquenales de edad	Estimador	Población total	Hombres	Mujeres
Estados Unidos Mexicanos	60-64 años	Valor	3,889,755	1,824,754	2,065,001
Estados Unidos Mexicanos	65-69 años	Valor	2,987,316	1,395,947	1,591,369
Estados Unidos Mexicanos	70-74 años	Valor	2,207,466	1,026,937	1,180,529
Estados Unidos Mexicanos	75 años y más	Valor	3,351,784	1,502,661	1,849,123
			12,436,321	5,750,299	6,686,022

3.2 Cálculo de la muestra

Teniendo definida la población de estudio se realizó el cálculo de la muestra utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

Donde:

N = Total de la población

Zα = 1.96 al cuadrado (Para una seguridad del 95%)

p = proporción esperada (para nuestro caso 5% = 0.05)

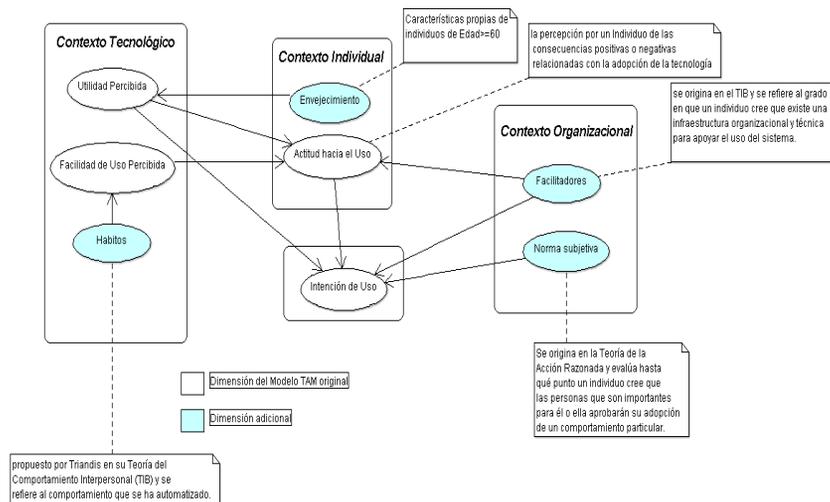
q = 1 - p (para este estudio 1 - 0.05 = 0.95)

d = precisión (en esta investigación se usó un 5%)

Aplicando la fórmula a la población de estudio total de 12, 436,321 se obtiene que la muestra es de 146.

3.3 Modelo propuesto para la extensión de TAM

El modelo propuesto para evaluar el grado de aceptación de la tecnología por parte de los adultos mayores es una extensión al Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) en la que se integran los elementos del modelo básico que son Utilidad Percibida, Facilidad de Uso Percibida, Actitud hacia el Uso, Intención de



Uso, este modelo básico se extiende con la incorporación de los siguientes constructos: Hábitos (del adulto mayor), Envejecimiento, Facilitadores y Norma Subjetiva. En la figura 2 se muestra la propuesta del modelo.

Figura 2. Modelo propuesto.

En el Contexto Tecnológico se incluyen los hábitos de los adultos mayores con una fuerte influencia hacia la Facilidad de Uso Percibida en este constructo se indagará sobre los hábitos sociales, familiares y laborales de cada individuo. El constructo fue propuesto por Triandis[11] en su Teoría del Comportamiento Interpersonal (TIB) y se refiere al comportamiento que se ha automatizado.

En el Contexto Individual el constructo envejecimiento que influye en la utilidad percibida, es un constructo relevante en la presente investigación ya que no sólo se tomará en cuenta la edad cronológica del individuo sino las características propias del envejecimiento, las evaluaciones de estas características le darán a la extensión propuesta la característica de universalidad.

En el Contexto Organizacional el constructo facilitadores que se originan en la Teoría TIB y se refieren al grado en que el individuo cree que existe una infraestructura organizacional y técnica para apoyar el uso de la tecnología que en este caso se ubicará en los centros culturales del INAPAM, el constructo de Norma Subjetiva que se origina en la Teoría de la Acción Razonada (TRA) y evalúa hasta qué punto un individuo cree que las personas que son importantes para él o ella aprobarán su adopción de un comportamiento particular.

3.4 Cuestionario

Utilizando los constructos del modelo propuesto (a excepción del constructo envejecimiento) y a través de las variables necesarias para su medición se elaboró un cuestionario para medir el nivel de aceptación de la tecnología por parte de los adultos mayores. A continuación, se detallan las preguntas y la escala de medición, se enumeran las preguntas como un todo a fin de que la evaluación sea más clara y precisa. Las preguntas se miden en escala de Likert que van desde Totalmente de Acuerdo hasta Totalmente en Desacuerdo con un punto medio en Ni de Acuerdo, Ni en Desacuerdo.

- P1: ¿La función proporcionada por las Tecnologías de la información y comunicación (TIC) puede mejorar mi salud?
- P2: ¿Las TIC pueden ayudarme a evitar el aislamiento social?
- P3: ¿Las TIC me ayudarían a disfrutar de la vida. (Teléfonos Celulares, etc.)?
- P4: ¿Encuentro fácil de usar las TIC que están a mi disposición?
- P5: ¿Encuentro fácil de lograr que las TIC hagan lo que necesito realizar con ellas?
- P6: ¿Necesito ayuda para utilizar las TIC?
- P7: ¿Siento temor de utilizar las TIC?
- P8: ¿Utiliza TIC durante su día a día?
- P9: ¿Es importante aprender algo nuevo cada día?
- P10: ¿Ha explicado a alguien el uso de alguna TIC?
- P11: ¿Asumiendo que tenga acceso a nuevas TIC pretendo utilizarlas?
- P12: ¿Dado que tengo acceso a nuevas TIC presumo que las utilizaré?
- P13: ¿Si el INAPAM pone a mi disposición TIC las utilizaré?
- P14: ¿Si alguien me enseñará el uso de alguna TIC seguiría utilizándola?
- P15: ¿Existe infraestructura de TIC a disposición de los adultos mayores en los centros culturales del INAPAM.?
- P16: ¿Si un ser importante en mi vida usa TIC la usaría?
- P17: ¿Si un ser importante en mi vida me enseña a usar una TIC continuaría usándola?
- P18: ¿Si un ser importante en mi vida me regala una herramienta de TIC la usaría?
- P19: ¿Usaría una TIC para mantenerme en contacto con un ser importante en mi vida?
- P20: ¿El que use de TIC es aprobado por personas importantes en mi vida?

La investigación se encuentra en proceso el estado actual consiste en la aplicación del cuestionario a adultos mayores que habitan en la ciudad de México, el método de validación del cuestionario se realizará con un análisis factorial buscando un Alpha de Cronbach superior a 0.8, utilizando el software SPSS para realizar los cálculos.

3.5 Constructo Envejecimiento

Aunque el grupo de adultos mayores es muy heterogéneo, se observan efectos degenerativos típicos comunes a (casi) todos: disminución de la visión, diversos grados de pérdida auditiva, coordinación ojo-mano e impedimentos psicométricos incluyendo dificultad con la coordinación motora fina, enfermedades degenerativas incluyendo artritis, osteoporosis o rigidez de las articulaciones, diabetes, cataratas o degeneración macular y atrofia óptica. La disminución de las capacidades sensoriales, de movimiento o cognitivas también se puede remontar a los deportes realizados previamente o lesiones profesionales, así como accidentes cerebrovasculares. El envejecimiento es más que cronológico, ya que involucra una serie de cambios, La Organización

Panamericana de la Salud (OPS) con Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OMS), ofrece un estudio detallado e instrumentos de evaluación del estado funcional, evaluación de alteraciones sensoriales y técnicas para la comunicación, evaluación social y evaluación cognitiva y emocional. Los resultados de la aplicación de estos instrumentos permitirán determinar el impacto del envejecimiento en la utilidad percibida, actitud hacia el uso y en la intención de uso, permitiendo así determinar el grado de aceptación de la tecnología debido a este constructo.

4 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

En esta investigación se busca conocer el estado actual de la aceptación de la tecnología por parte de los adultos mayores en México, teniendo como objetivo acercar a este sector poblacional al uso de las Tecnologías de Información y Comunicación y de esta manera coadyuvar en incrementar su calidad de vida.

Se pretende mostrar que, con la utilización del TAM, se pueden obtener los datos necesarios que posteriormente permitirán concluir sobre el grado de aceptación de una nueva tecnología de la información por parte de las personas de la tercera edad.

Se intenta proponer una “guía” que se utilice para lograr que los adultos mayores acepten incorporar las TIC en sus actividades cotidianas y en su vida personal.

Referencias

- [1]. INEGI:
http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2016/internet2016_0.pdf [Ultimo Acceso 30 Jul. 2017].
- [2] Situación de las personas adultas mayores en México:
http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/101243_1.pdf [Ultimo Acceso 30 Jul. 2017].
- [3] Bustamante, A., Bellini, L., Gallo, A., P., H., Calvo, R. and Sandoval, Y. (2017). El adulto mayor frente a las nuevas tecnologías. [online] La Prensa:
http://www.prensa.com/tecnologia/TECNOLOGIA-ABUELO-EDUCACION-INFORMATICA-SOCIEDAD-FAMILIA_0_4318818254.html [Ultimo Acceso 30 Jul. 2017].
- [4] Sciencedirect.com. (2017). Technology Acceptance Model y mayores: ¿la educación y la actividad laboral desarrollada son variables moderadoras? - ScienceDirect.:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S113814421460005X> [Ultimo Acceso 30 Jul. 2017].
- [5] Senior Citizens (Ages 65 and older) on the Web. (2017). 2nd ed. Nielsen Norman Group.
- [6] Bandura, A. Self-Efficacy Mechanism in Human Agency. *American Psychologist*, n.37 (2), p.122-147, 1982.
- [9] Davis, F. D. (1989), Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly* 13 (3): 319-340, doi:10.2307/249008.
- [7] Deci, E.L. Intrinsic Motivation, Extrinsic Reinforcement, and Inequity. *Journal of Personality and Social Psychology*, n.22, p.113-120, 1972.
- [8] Davis, F.D.; Bagozzi, R.P.; Warshaw, P.R. Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, n.22 (14), p.1.111-1.132, 1992.
- [10] Triandis, H.C. *Attitude and Attitude Change*. New York: John Wiley & Sons, 1971.
- [11] Triandis, H. (1977) *Interpersonal Behavior*. Brooks and Cole, Monterrey.

Sistema de Control de Computadora para Niños con Discapacidad

David Araujo Diaz ¹ and Laura Méndez Segundo ²

Escuela Superior de Cómputo, Instituto Politécnico Nacional, Av. Juan de Dios Bátiz S/N. Casi esquina Miguel Othón de Mendizábal, Unidad Profesional, Adolfo López Mateos. Colonia, Lindavista; Código Postal, 07738 Delegación Gustavo A. Madero; México, Ciudad de México.

¹daraujo@ipn.mx ²lmendezs.escom@gmail.com

Abstract. This paper presents an alternative for children with different motor skills, to study and learn the use of the computer, through the use of an electronic device and special learning software. Giving them a new opportunity to compete freely in the labor market.

Palabras Claves: Discapacidad, Microcontroladores, Programación de PIC y Programación Orientada a Objetos.

1 Introducción

El presente trabajo ofrece una alternativa de educación básica para niños con problemas motrices, sin importar su causa, con el fin de darles una nueva oportunidad laboral en el futuro iniciando desde su infancia al uso de la computadora. Si bien existen sistemas para mejorar la memoria de los niños [5], estos trabajos no consideran el aprendizaje en niños con capacidades diferentes y los que si lo consideran [6] no proponen el uso de dispositivos de hardware apropiados a los niños.

En esta época el constante cambio de las nuevas tecnologías de la información hace posible un nuevo enfoque en el campo laboral, en este tiempo las grandes empresas cambian sus viejos métodos, por el uso de la informática y el internet, es por ello que aquella persona que sepa usar la computadora tiene una mejor oportunidad laboral.

“Las organizaciones deben adentrarse al uso de estas nuevas tecnologías para poder desarrollarse y ser más competitivas en un ambiente más agresivo” [1], por lo tanto, es importante aprender a utilizar la computadora desde temprana edad.

Desde el presidente de una gran compañía hasta la secretaria, no quedan exentos, incluso en la misma escuela se piden documentos escritos en computadora. Es por eso que desde temprano se les inculca el uso de esta herramienta. Ahora bien, si una persona normal requiere el uso de una computadora, como serán las necesidades de una persona que no puede mover sus extremidades a voluntad.

Las personas con capacidades diferentes “constantemente se les pasa por alto o se subestiman sus aptitudes y su capacidad. Se trata de personas que no reciben la educación y la atención de la salud que necesitan y a quienes se excluye de muchas actividades de sus comunidades” [2]. ¿Cómo se refleja esto en el trabajo? ¿Qué oportunidades tendrá en el campo laboral? Si bien como se ha dicho, el uso de la computadora es una gran ventaja para personas comunes, para personas con capacidades diferentes, tendría un efecto de mayor oportunidad laboral.

“Las personas con capacidades diferentes presentan tasas más altas de pobreza que las personas sin discapacidad. En promedio, las personas con capacidades diferentes y las familias con un miembro con capacidades diferentes tienen mayores tasas de privaciones y poseen menos bienes que las personas y familias sin una discapacidad” [3].

Por lo tanto, la inclusión de la computación a un modelo educativo o temario específico para niños con capacidades diferentes, tendría un efecto muy positivo para su futuro y una mejor oportunidad económica.

Hoy en día existen personas con capacidades diferentes que incluso han llegado al área de la astrofísica y de motivadores emocionales que son reconocidos en su país y a nivel internacional y su calidad de vida se ha visto mejorada. Estas personas a pesar de lo duro que son sus vidas no se han dejado vencer por el entorno del rechazo y los estereotipos, que solo son causados por la ignorancia sobre las capacidades diferentes.

Este trabajo aporta un sistema con el cual es posible incluir a todas las personas en el uso de la computadora, así en el apartado 2 se describe la metodología, en el apartado 3 la arquitectura, diseño y construcción del sistema, en el apartado 4 se muestran los resultados y en el apartado 5 las conclusiones.

2 Metodología

La metodología propuesta para este proyecto es *Rational Unified Process (RUP)*, que es un proceso de software genérico que puede ser utilizado para una gran cantidad de tipos de sistemas de software, para diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizaciones, diferentes niveles de competencia y diferentes tamaños de proyectos [4].

El Proceso Unificado se basa en componentes, lo que significa que el sistema en construcción está hecho de componentes de software interconectados por medio de interfaces bien definidas [4].

3 Arquitectura Del Sistema.

El sistema, que se quiere realizar involucra al usuario, en este caso personas con capacidades diferentes, el dispositivo controlador a desarrollar y una computadora con la aplicación de enseñanza. Este modelo se puede observar en la Figura 1.

El usuario con ayuda del dispositivo controlador, manejará el sistema de enseñanza, el usuario con problemas motrices deberá de tener suficiente movilidad como para desplazarse con ayuda del dispositivo. El dispositivo en respuesta, deberá desplazar el cursor y manejar la aplicación de enseñanza en la pantalla de la computadora. Con este sistema el alumno no deberá de mover un mouse, ya que le será más fácil a él, el usar el dispositivo, que mover un mouse que se le haga más pesado.

El sistema contará con un entorno fácil de entender y utilizar, es por ello que el sistema quedará construido en base a los requerimientos de la Secretaría de Educación Pública y a sus necesidades.

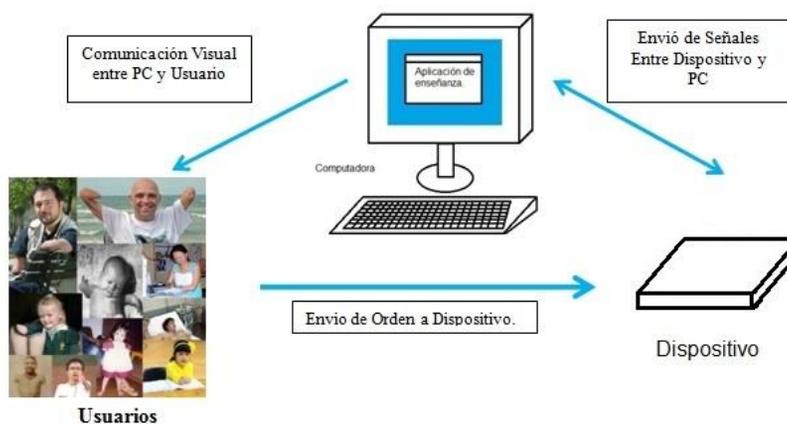


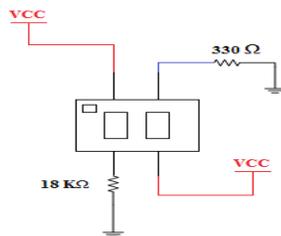
Fig. 1. Arquitectura del sistema.

Este trabajo consistió en que un niño con capacidades diferentes no tenga que utilizar el ratón de la computadora debido a sus capacidades, por tal motivo se debe de construir de tal manera que el niño no tenga que mover el dispositivo, por eso se requerirá que con el simple desplazamiento de un solo dedo el niño pueda controlar la aplicación de enseñanza en la computadora.

Para ese motivo se usaron sensores QRD1114 los cuales sustituyen al ratón, debido a que son fáciles de conseguir y son sensibles, reciben señales con solo tocarlos. Los sensores están acomodados en forma de un arreglo en cruz, es decir, 5 sensores, uno en el centro, uno arriba, uno abajo, uno a la izquierda y uno a la derecha.

Los sensores acomodados en cruz mandan la señal en forma de dirección; es decir, arriba, abajo, izquierda y derecha a un microcontrolador PIC18F2450, este lo interpreta y manda los datos que recibe del usuario a la computadora.

Fig. 2. Esquemático de prueba de sensor



Se utilizó la conexión con el puerto USB mediante el uso de un conector USB hembra tipo B, este se conecta a un cable USB *High Speed* tipo B macho a A macho y este se conecta a la computadora donde se instale el programa de enseñanza.

La aplicación recibe estas señales y desplaza el cursor de tal forma que el usuario pueda interactuar con la aplicación de enseñanza. La aplicación cuenta con una pantalla de bienvenida al inicio, luego de cargar manda el menú inicial y luego el usuario puede elegir el tema que prefiera.

En la aplicación se muestran imágenes y reproduce audio de acuerdo al tema que seleccionó el usuario. En caso de que se desconecte el cable macho se pausará la aplicación hasta que se corrija este error y posteriormente al reconectar el dispositivo se podrá continuar la interacción con el programa.

Considerando que utilizando estos materiales quede el proyecto mucho más económico ya que al usar, microcontroladores más potentes. Además de que también se trata de minimizar sus dimensiones, para que sea portátil y que se puede instalar en cualquier computadora. Al usar un cable USB tipo macho se utiliza la cualidad de auto detección Plug & Play, por lo que hace más fácil su desconexión y portabilidad, así uno puede transportarlo a cualquier lado.

El QRD1114 es un sensor de objetos reflectivo, es un fototransistor de salida, por lo que cualquier objeto que se le acerque puede activarlo, esta manda una señal que puede ser interpretada por un microcontrolador. No necesita contacto para detectar la superficie, no detecta superficies difusas, empaquetado compacto, filtro de luz en los sensores [5]. Primero se conectó el QRD1114 de acuerdo con su hoja de especificaciones, en la Figura 2 se muestra cómo se conectó. En la Figura 3 se puede apreciar como el multímetro varía dependiendo de si se acerca un objeto o no en este caso se utilizó un dedo, ya que el sistema será usado por el niño con su dedo.

Usando el control del dispositivo propuesto, nos desplazamos ya sea hacia arriba o hacia abajo, si se mueve el dispositivo hacia la derecha o izquierda estando en un tema, nos mandará a la siguiente ventana. En la Figura 6, podemos observar como inicia la nueva ventana, está ya corresponde al tema que se seleccionó, y en cuanto despliega la imagen en el cuadro comenzará a reproducir el audio correspondiente a la imagen. Esta ventana también cuenta con una barra de estado en la cual se puede observar si está habilitada la conexión con el dispositivo de control.



Fig.6. Tema de enseñanza.

En esta ventana también podemos desplazarnos a través de las imágenes con el dispositivo controlador dependiendo de la dirección que escojamos, cuando terminen de visualizarse todas las imágenes automáticamente se retornará al Menú Principal de Usuario. En la Figura 7 podemos observar lo que pasa si se desconecta el dispositivo.



Fig. 7. Desconexión del control.

En este caso marca que la conexión con el dispositivo esta deshabilitada, no importa en qué parte de la aplicación de enseñanza se desconecte el control, la barra de estado marcará como deshabilitada la conexión. En la Figura 8 se puede observar la conexión deshabilitada en la ventana de Tema_Enseñanza.



Fig. 8. Conexión deshabilitada.

El botón activo, indica que necesita conectar el dispositivo para volver a iniciar con la aplicación de enseñanza, hasta entonces no se puede interactuar con el programa. Una vez conectado el control con la computadora el sistema responderá.

Finalmente, para salir de la aplicación se tiene que ir al botón Salir y con el control mandar una señal a la izquierda o a la derecha y ejecutará la orden de salir de la aplicación.

5 Conclusiones

Se logró crear un circuito controlador para ayudar a niños con capacidades diferentes en el aprendizaje de la educación básica, junto con la aplicación de enseñanza especial, de acuerdo a las especificaciones que dio la Secretaría de Educación Pública. Este sistema va a ayudar a que los niños despierten su interés en la computación.

El dispositivo propuesto en este trabajo, es un dispositivo de bajo costos, que se conecta a través de un puerto USB, de fácil manejo y de construcción sencilla.

Los algoritmos de programación, permiten conocer el avance de los niños con capacidades diferentes, aunque solo se incluyeron 14 temas, cada uno con al menos 10 imágenes, cada una con su descripción y un archivo de audio, es posible ampliarlo, sin afectar el desempeño del sistema de software, por lo que se puede adaptar a equipos de cómputo con bajas prestaciones.

6 Trabajo Futuro

El trabajo a futuro de este proyecto se podría ver reflejado en un futuro, dando pie al desarrollar este sistema en aplicación para dispositivos móviles, para diferentes sistemas operativos, proporcionando la ejecución del software en sistemas móviles tales como tabletas, teléfonos inteligentes, etc.

7 Reconocimientos

Agradecemos a la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional por el apoyo recibido y las facilidades otorgadas para el desarrollo del presente trabajo.

8 Referencias

- [1] "Cultura Digital y las Organizaciones". Trujillo Arias, Christian Iván. Categoría: Tecnología e Internet. Bogotá Colombia: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia-2/cultura-digital-y-las-organizaciones.htm> 7-agosto-2012 07:30 p.m.
- [2] Folleto Electrónico: "A World Enabled. The Victor Pineda Foundation". UNICEF. Se trata de la Capacidad. http://www.unicef.org/republicadominicana/se_trata_de_capacidad.pdf 21-julio-2012 05:30 p.m. pp. 2.
- [3] Resumen: "Informe Mundial sobre la Discapacidad". Organización Mundial de la Salud y Banco Mundial. http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf 28-julio-2012 6:42 p.m. pp. 12, 3.
- [4] El Proceso de Desarrollo de Software RUP. <http://yaqui.mx.l.uabc.mx/~molguin/as/RUP.htm> 11-agosto-2012 7:23 p.m.
- [5] QRD1114 Datasheet. <http://www.fairchildsemi.com/ds/QR/QRD1114.pdf> 21- septiembre-2012 4:55 p.m.
- [5] Sánchez, J., Flores, H., & Aravena, G. (2003). Audiomemorie: Desarrollo de la memoria de niños con discapacidad visual a través de audio. Actas 8vo. Taller Internacional de Software Educativo TISE, 24-26.
- [6] Vergara, B., Grey, N., Flórez Jiménez, I. A., Ramos, M., & David, S. (2017). Desarrollo de software educativo para el apoyo a la estimulación de los dispositivos básicos de aprendizaje (DBA) en niños con discapacidad cognitiva (Doctoral dissertation).

Sistema de Validación y Simulación Sintáctica para la Generación de Intérpretes

Área de Conocimiento: Sistemas de información

Yolanda Moyao Martínez ¹, Omar Gonzalo Ledo Moreno ², Meliza Contreras Gonzalez³, Pedro Bello López⁴
y Miguel Rodríguez Hernandez⁵

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Calle 4 sur 104,
colonia centro, Puebla Puebla. 72000. México

¹yoyao@cs.buap.mx, ²omar.ledo@outlook.com, ³vikax68@gmail.com,

⁴pbello@cs.buap.mx, ⁵mrodriguez@cs.buap.mx

Resumen

En este trabajo se propone un sistema que servirá como herramienta de apoyo para la generación de intérpretes, verificando que las gramáticas libres de contexto recibidas como entrada cumplan con la condición LL (1). Esta aportación es significativa pues regularmente los investigadores de procesamiento de lenguaje natural generan gramáticas para sus aplicaciones en redes sociales o robótica entre otras y tienen problemas con la ambigüedad en algunos patrones de texto, esto es debido a que a priori no se revisa que sea una gramática correcta para generar un analizador sintáctico descendente predictivo o bien se realizan los algoritmos a mano y esto consume demasiado tiempo y ocasiona fallas en los programas.

Palabras Clave: Condición LL (1), Gramática Libre de Contexto, Intérprete

Abstract.

In this work a system is proposed that will serve as support tool for the generation of interpreters, the system verify that input that is a context free grammar satisfy the LL(1) condition. This contribution is important for the researchers of natural language processing and so on and have problems with the ambiguity in some text patterns, this is because it is not checked that it is a correct grammar to generate a predictive descending syntactic analyzer or the algorithms are realized by hand and this consumes too much time and causes mistakes in the programs.

Keywords: LL (1) Condition, Context Free Grammar, Interpreter

1 Introducción

El desarrollo de compiladores e intérpretes incentiva a desarrollar herramientas que sirvan como apoyo para las aplicaciones que se emplean en áreas como el procesamiento de lenguaje natural y la robótica. Dentro de las fases de un compilador se incluye la etapa de análisis léxico, fundamental para la lectura de texto fuente y análisis sintáctico que revisa el orden correcto de los elementos léxicos usando como representación un árbol sintáctico. La parte fundamental de la revisión sintáctica es precisamente la gramática que establece un conjunto de reglas que definen las cadenas de caracteres admisibles en determinado lenguaje formal, de programación o estructura sintáctica.

La herramienta propuesta fue desarrollada mediante el modelo de cascada por considerar los requisitos bien especificados y realizado en el lenguaje de programación Java, dicha herramienta permite revisar si una gramática libre de contexto pertenece al conjunto de gramáticas LL (1), este tipo de gramáticas son consideradas gramáticas eficientes para la construcción de analizadores sintácticos descendentes, en nuestro caso predictivo. Además muestra la simulación paso a paso del reconocimiento de una cadena de entrada por medio de la gramática. Si bien existe el enfoque para generar analizadores sintácticos ascendentes, el problema fundamental que presentan es decidir cuándo lo que parece ser la parte derecha de una regla puede ser sustituida por la parte izquierda, lo que no es un problema trivial ya que pueden existir ocasiones en las que es posible sustituir dos producciones diferentes, además de que están más orientados a gramáticas complejas, en nuestro caso considerando que las gramáticas modeladas para redes sociales o robótica son sencillas y no cuentan con demasiadas reglas de producción por la sencillez de la especificación se optó por implementar un analizador descendente predictivo.

2 Estado del Arte

Existe una gran cantidad de aplicaciones dedicadas a los compiladores, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

Ocelot, un compilador dinámico para aplicaciones paralelas para arquitecturas CPU y GPU [3]. Mientras que en [4], [5] se reporta la experiencia al utilizar pruebas para mejorar el compilador de C con búsqueda de errores.

Por otra parte, existe un trabajo que muestra el diseño e implementación de un compilador para el lenguaje TESL para el análisis de series temporales de eventos en métricas de servidores [6].

Entre las herramientas que permiten verificar gramáticas se encuentran aquellas que generan tablas de parser LL (1) a partir del conjunto de predicados [1]. Las gramáticas LL (1) tienen la ventaja práctica y conceptual que permiten al escritor de compiladores ver la gramática como un programa. Los resultados muestran que tales parsers pueden ser razonablemente eficientes [2]. Existe otra herramienta llamada LGen [7], que se utiliza para generar un parser descendente eficiente y recursivo, a partir de una gramática LL (1). Actualmente se dispone de un gran número de herramientas para generar parsers y analizadores léxicos [10] se ha diseñado OOPs, un generador de parser orientado a objetos en Java que toma una gramática escrita en BNF y verifica la condición LL (1). Se discuten las ventajas de un enfoque orientado a objetos para la verificación de gramáticas y parsing.

Sin embargo, la mayoría de los parser aunque contemplan la verificación de la condición LL (1) no aplican los algoritmos de eliminación de recursividad y factores comunes a la izquierda. Sin embargo la propuesta en este trabajo si aplica tales algoritmos, además de hacer la simulación del analizador sintáctico descendente dirigido a tabla.

3 Metodología usada

Un compilador es un programa que puede leer un programa en un lenguaje fuente y traducirlo en un programa equivalente en un lenguaje destino [8]. Una gramática es básicamente un conjunto de reglas capaces de generar todas las posibles combinaciones de palabras de ese lenguaje, y con ellas se construyen los compiladores. Una gramática libre de contexto es una cuádrupla (V, Σ, R, S) en donde: V es un conjunto de variables, también llamadas no-terminales, Σ es un conjunto de constantes, también llamadas terminales; R , es el conjunto de reglas de producción; S , el símbolo inicial, es un elemento de V [8].

Para desarrollar el analizador sintáctico se requiere la construcción de un árbol sintáctico [8] por lo que primero se requiere calcular los conjuntos de primeros, siguientes y predictivos para validar la condición LL (1) que garantiza gramáticas bien elaboradas. Si la gramática no resultará LL (1) entonces se requiere aplicar los algoritmos de eliminación de recursividad izquierda y factorización izquierda [8].

3.1 Cálculo del conjunto de los Primeros

En este caso se toman los símbolos no terminales, representados formalmente como

1. Si $\alpha = \epsilon$, donde ϵ es la cadena vacía: Añadir $\{\epsilon\}$ a $PRIMEROS(\alpha)$
2. Si $\alpha = a$, donde a es una constante: Añadir $\{a\}$ a $PRIMEROS(\alpha)$
3. Si $\alpha = A$, donde A es una variable: Añadir $PRIMEROS(A)$ a $PRIMEROS(\alpha)$
4. Si $\alpha = AB$, donde A y B son variables y $PRIMEROS(A)$ incluye $\{\epsilon\}$:
Añadir $PRIMEROS(A)$ a $PRIMEROS(\alpha)$, pero sin incluir $\{\epsilon\}$

3.2 Cálculo del conjunto de los Siguietes

En el cálculo de los siguientes como caso base se recurren a los conjuntos primeros.

1. Si $A \rightarrow \alpha B\beta$: Añadir a $SIGUIENTES(B)$ los elementos de $PRIMEROS(\beta)$, con la excepción de $\{\epsilon\}$ éste símbolo nunca se incluirá en los conjuntos $SIGUIENTES$.
2. Si $A \rightarrow \alpha B$, o bien $A \rightarrow \alpha B\beta$ donde $PRIMEROS(\beta)$ contiene $\{\epsilon\}$:
Añadir a $SIGUIENTES(B)$ los elementos de $SIGUIENTES(A)$.

3.3 Cálculo del conjunto de los Predictivos

Una vez que se definen los conjuntos de PRIMEROS y SIGUIENTES, el PREDICT se define a partir de ellos de la siguiente forma:

$PREDICT(A \rightarrow \alpha) =$ Si $\epsilon \in PRIMEROS(\alpha)$ entonces $= (PRIMEROS(\alpha) - \{\epsilon\}) \cup SIGUIENTES(A)$ Sino $= PRIMEROS(\alpha)$

La condición LL (1) requiere que la intersección de cada par de predictivos a partir del mismo símbolo no terminal resulte el conjunto vacío, por lo que debe cumplir que: $\forall i, j (i \neq j) PREDICT(A \rightarrow \alpha_i) \cap PREDICT(A \rightarrow \alpha_j) = \emptyset$.

3.4 Eliminación de la recursividad izquierda y factorización izquierda

Si no se cumple la condición LL (1) por la recursión por la izquierda es cuando se presenta solo en las reglas gramaticales $A \rightarrow A \alpha \mid \beta$. Donde α y β son cadenas de terminales y no terminales y β no comienza en A.

Para eliminar la recursión por la izquierda se escriben dos reglas gramaticales: una para que primero genere β y otra que genere las repeticiones de α utilizando recursión por la derecha en vez de recursión izquierda, resultando: $A \rightarrow \beta A', A' \rightarrow \alpha A' \mid \epsilon$.

En el caso de la eliminación de factorización izquierda, se tienen reglas del tipo: $A \rightarrow \alpha \beta_1 \mid \alpha \beta_2 \dots \mid \alpha \beta_n$ y por tanto resultan a las reglas: $A \rightarrow \alpha A'$ y $A' \rightarrow \beta_1 \mid \beta_2 \dots \mid \beta_n$

4 Desarrollo y Resultados

El sistema de validación sintáctica fue desarrollado basándose en la teoría anterior, a continuación se muestra un ejemplo de funcionamiento del sistema que puede apoyar el diseño de circuitos lógicos: Diseñar una gramática usando únicamente “true”, “false” y operadores booleanos con los operadores de Zaskal: “or” (binario, infijo), “and” (binario, infijo), “not” (unario, postfijo), “(“ y “)”. Por ejemplo, la expresión: (true and false not) or false and true not not sería una expresión correcta en Zaskal (que se evalúa como true, por cierto). Una propuesta de solución:

1. $E \rightarrow T \text{ or } E \mid T$
2. $T \rightarrow F \text{ and } T \mid F$
3. $F \rightarrow F \text{ not } \mid (E) \mid \text{true} \mid \text{false}$

En la Figura 1 se muestra el formato de la gramática propuesta, los símbolos terminales se especifican en minúsculas, los símbolos no terminales se indican iniciando con letras mayúsculas, inicial representa el símbolo inicial y reglas son cada una de las producciones.

```

|e{
    constantes{
        or , and , not , ( , ) , true , false
    }
    variables{
E , T , F
    }

    inicial{
        E
    }

    reglas{
        E --> T or E | T;
        T --> F and T | F;
        F --> F not | ( E ) | true | false ;
    }
}

```

Fig. 1. Formato para la revisión de la gramática

Al aplicar la revisión de esta gramática el sistema nos indica que no es LL(1) debido a que tiene recursividad izquierda. La herramienta desarrollada elimina los problemas con la recursividad y factores comunes por la izquierda y generar así una gramática LL(1). Para validar los resultados se contrastó con el desarrollo manual de cada uno de los algoritmos para el diseño de analizadores sintácticos descendentes predictivos.

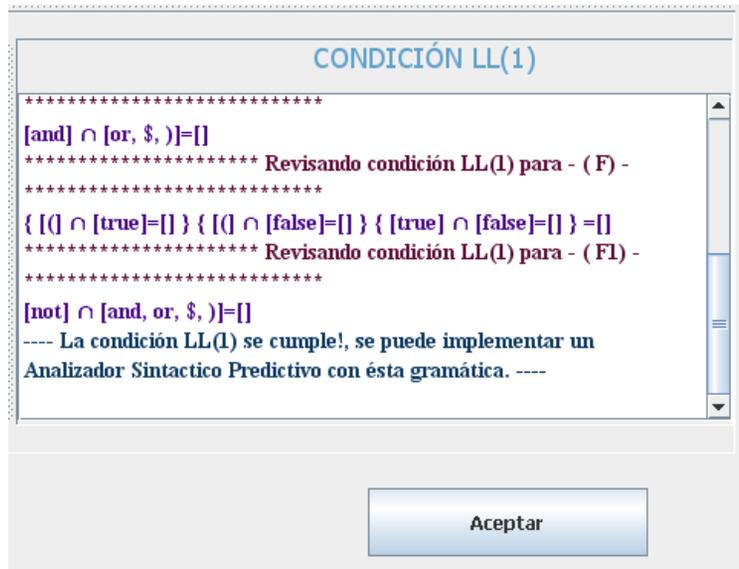


Fig. 2. Revisión de la condición LL (1) de la gramática

En la Figura 2 se muestra que la gramática fue revisada, se eliminó la recursividad izquierda y por tanto dicha gramática si cumple la condición LL (1).

```

PREDICTIVO(E-->[T, E1]) = (
PREDICTIVO(E1-->[or, E]) = [or]
PREDICTIVO(E1-->[ε]) = [$, )]
PREDICTIVO(T-->[F, T1]) = (
PREDICTIVO(T1-->[and, T]) = [and]
PREDICTIVO(T1-->[ε]) = [or, $, )]
PREDICTIVO(F-->[(, E, ), F1]) = [(]
PREDICTIVO(F-->[true, F1]) = [true]
PREDICTIVO(F-->[false, F1]) = [false]
PREDICTIVO(F1-->[not, F1]) = [not]
PREDICTIVO(F1-->[ε]) = [and, or, $, )]

```

Figura 3. Cálculo del conjunto predictivo (PREDICT) de la gramática G.

El sistema permite realizar el cálculo de los PRIMEROS, de SIGUIENTES y el conjunto PREDICT, como se ve en la Figura 3.

GRAMÁTICA

```

G {
constantes{
    or, and, not, (, ), true, false
}
variables{
    E, T, F, F1, E1, T1
}
inicial{
    E
}

```

PROCEDIMIENTO

```

***** - AGREGANDO Producciones de (F1) -
*****
Revisando Producción F1
Primeros de [not, F1]=[not]
Se agrega F1-->[not, F1] en [4,3]
Primeros de [ε]=[]
Existe ε en Primeros, calcular Siguietes(F1)
Se agrega F1-->[ε] en [4,2]
Se agrega F1-->[ε] en [4,1]
Se agrega F1-->[ε] en [4,8]
Se agrega F1-->[ε] en [4,5]

```

	or	and	not	()	
E				E-->[T, E1]		E--
T				T-->[F, T1]		T--
F				F-->[(, E,), F1]		F--
F1	F1-->[ε]	F1-->[ε]	F1-->[not, F1]		F1-->[ε]	
E1	E1-->[or, E]				E1-->[ε]	
T1	T1-->[ε]	T1-->[and, T]			T1-->[ε]	

Fig. 4. Análisis de la gramática dirigido por tabla

En la Figura 4 se muestra la tabla de análisis que permite crear el analizador.

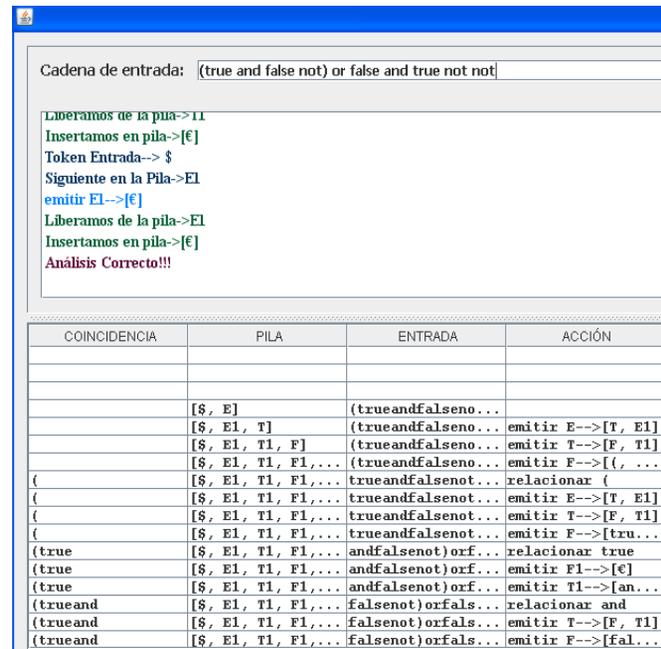


Fig. 5. Traza de una entrada para la gramática

Otra de las ventajas del sistema es que permite simular el proceso de análisis sintáctico de una cadena de entrada, en la Figura 5 se muestra un ejemplo de la simulación de una entrada válida para el lenguaje Zaskal, en la parte superior se muestra la cadena de entrada y en la parte inferior la traza generada por el analizador sintáctico.

5 Conclusiones y Futuras Investigaciones

En la toma de decisiones resulta indispensable la validación sintáctica de comandos, por ejemplo, en el caso de robots, agentes inteligentes, drones se requiere que las instrucciones empleadas no den pie a decidir entre varias opciones y como consecuencia no interpretar adecuadamente los elementos del lenguaje, puede ocasionar que se estropee el hardware o la funcionalidad requerida.

En las redes sociales es más frecuente encontrar patrones de texto que requieren su procesamiento inmediato, por ejemplo, en el caso de que los adolescentes publiquen comentarios que resulten con contenido suicida, se pueden prevenir los daños.

Por lo que este sistema evita que las gramáticas presenten esa ambigüedad al verificar que sea una gramática eficiente cumpliendo la condición LL (1), lo que garantiza que una vez que se valide la sintaxis pueda emplearse para la generación del analizador sintáctico descendente predictivo que es la base de los intérpretes, como se puede observar en el ejemplo de gramática para circuitos lógicos.

Como trabajo a futuro se plantea agregar las fases del analizador semántico para verificar el significado de los términos lo que podría contribuir al desarrollo de ontologías y así como también realizar comparaciones de esta herramienta con las que existen en el mercado que contienen todas las fases de compilación.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido apoyado por el Proyecto Extracción de información en redes sociales y su análisis del comportamiento mediante teoría de grafos VIEP 2017.

Referencias

- [1] P. Ballard, M. Moncour, Ajax, Java Script y PHP. 2009. Anaya Multimedia. USA. 200- 280
- [2] T. D. Barberá, Desarrollo de un Compilador para el Lenguaje de Especificación de Eventos en Series Temporales TESL. 2014. Universidad Politécnica de Madrid.
- [3] G. Dick, J. H. A. Cerial. Programmer-friendly LL(1) Parser Generator, SOFTWARE PRACTICE AND EXPERIENCE. Volumen 18(1). 1998. 29-38

- [4] B. Gilbert, *COMPTOOLS: A Compiler Generator for C and Java*, , HEC Montreal. Quebec, Canada, 2004.
- [5] D. Grune, C. Jacobs, *A Programmer-friendly LL(1) Parser Generator*, *Software - Practice and Experience*, Volumen. 18, no. 1, 1988, pp. 29-38.
- [6] C. Jacobs, *Some Topics in Parser Generation*, IR- 105, Amsterdam, 1985
- [7] B. Kühl, A. Schreiner, *An object-oriented LL(1) parser generator* ,ACM SIGPLAN Notices Volumen 35(12), 2000.
- [8] A. V. Aho, M.S. Lam, R. Sethi, J.D. Ullman. *Compiladores: Principios, técnicas y herramientas*. 2008. Pearson.

Desarrollo de un MOOC de Pre-cálculo, como un apoyo al programa de Licenciatura en Ciencias Computacionales, en el ICBI-UAEH

Juan Alberto Acosta Hernández¹, Arturo Curiel Anaya¹, Anna Tarasenko¹, Mariano Javier Pozas Cárdenas¹, David Hernández Sánchez¹,

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Carretera Pachuca-Tulancingo- km. 4.5, Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma Hidalgo, México, C.P. 42184
acostah@uaeh.edu.mx, curiel@uaeh.edu.mx, anataras@uaeh.edu.mx, mpoz@uaeh.edu.mx,
davidhs_uaeh@yahoo.com.mx,

RESUMEN

Se presenta la propuesta y avance del desarrollo de un MOOC de Pre-cálculo, que servirá como apoyo al programa educativo de la Licenciatura en Ciencias Computacionales. En dicho proyecto, se integran los esfuerzos de un grupo multidisciplinario de profesores de las áreas de matemáticas y de computación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo para la creación de materiales educativos abiertos, con el propósito de que los alumnos asimilen mejor los conocimientos de Pre-cálculo y se vean reflejados, en menores índices de reprobación, así como, en la reducción de alumnos que abandonan el programa.

Palabras clave: MOOC, Pre-cálculo, Materiales Educativos Computarizados, Recursos Educativos Abiertos, Conectivismo.

1 Introducción

Existen asignaturas que requieren mayores apoyos didácticos para cubrir los programas de estudio en tiempo, con la calidad necesaria y los conocimientos básicos para poder afrontar nuevos retos de cursos avanzados, un ejemplo típico es la materia de Pre-cálculo, dicha materia fue creada para remediar el alto índice de reprobados en la materia de Cálculo, se tuvo que distribuir el contenido en dos materias para poder concluir con el temario adecuadamente, a pesar de ello, se sigue teniendo el problema de mantener altos índices de reprobación en la materia de Pre-cálculo. Cubrir los programas educativos del tronco común de matemáticas con calidad, es un problema multifactorial. Técnicamente podríamos decir que no es adecuado el proceso de selección de aspirantes que se realiza en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), porque no se seleccionan solamente a los mejores aspirantes, y en este sentido, la UAEH está en un dilema, debido a que hay un problema social con los jóvenes que ni estudian ni trabajan, el gobierno pide a la UAEH participar en la solución del problema a través de la educación, utilizando la misma infraestructura, con el mismo presupuesto o en su defecto con un incremento muy pequeño.

Una propuesta alternativa es la creación de cursos masivos abiertos en línea que por sus siglas en inglés se les denomina MOOC, que sirvan como apoyo a los programas de estudio de la Licenciatura de Ciencias Computacionales, que se imparten en el Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería (ICBI), de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Los materiales educativos ayudarán a homogenizar los conocimientos mínimos necesarios para cubrir los temarios de las materias del tronco común, especialmente en la materia de Pre-cálculo, así como a elevar el mejoramiento de la calidad en la impartición de los cursos, haciendo uso de las tecnologías orientadas a la Web, donde los alumnos de Pre-cálculo podrán utilizar los Materiales Educativos Computarizados (MEC), en cualquier lugar donde exista internet, las veces que quieran y a cualquier hora que lo deseen.

2 Justificación

Existen varias razones por las que sería bueno llevar a cabo este proyecto: la primera es para reducir el número de reprobados en asignaturas básicas y con ello que los jóvenes estén preparados para tomar cursos superiores de matemáticas o de especialidad, la segunda es para crear y mantener una identidad propia con la creación de Recursos Educativos Abiertos (REA) en línea. Somos grandes consumidores de software y materiales educativos de otros países, sin embargo la UAEH, como seguramente en muchas universidades en el país cuenta con especialistas de gran calidad en diversas disciplinas como en: pedagogía, materias disciplinares y tecnológicas. Así como una sólida estructura de recursos tecnológicos digitales para crear un MOOC de calidad.

A nivel internacional la educación abierta y gratuita a través de cursos o micro cursos está favoreciendo el modelo del conectivismo, el auto aprendizaje y la socialización del conocimiento. Tecnológicamente aparecen nuevos retos por investigar en áreas como la educación y la computación, están apareciendo nuevos paradigmas que deben ser aprovechados o estudiados con atención (Pope, 2015), (Chavarria, 2015), (Ng'ambi, 2015), (Siemsen, 2014).

3. Hipótesis

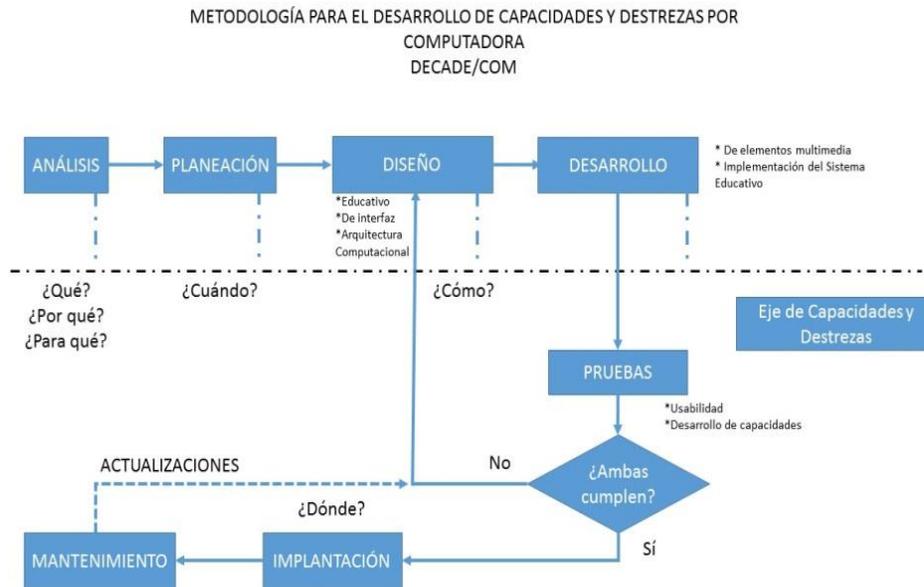
La creación de un MOOC de Pre-cálculo ayudará a reducir los índices de reprobación y deserción, así como a aumentar la calidad educativa de los alumnos.

4. Antecedentes

Durante mucho tiempo el proceso de enseñanza aprendizaje en el aula se centró en exposiciones orales, en el que era suficiente un pizarrón y un gis o un marcador, se utilizaban como materiales de apoyo, algún libro de texto o notas de la materia que el profesor elaboraba, se creía que era, más que suficiente el conocimiento del profesor, comúnmente la enseñanza era directa y en forma presencial, incluso se pensaba que era una educación de segunda clase si el profesor no estaba frente al grupo, como era el caso de las telesecundarias. En la actualidad en México esa percepción está cambiando al constatar que grandes y muy prestigiosas universidades de todo el mundo están ofertando cursos gratuitos en línea como es el caso de la plataforma Edx, que está auspiciada principalmente por Harvard y el Instituto Tecnológico de Masachusset (EdX, 2015), o las universidades españolas con la plataforma MiriadaX (MiriadaX, 2015). Las universidades mexicanas se encuentran muy rezagadas, porque se requiere de grupos multidisciplinarios de trabajo, además de una fuerte inversión inicial para crear una plataforma propia, a pesar de ello en México se intenta poner en marcha la plataforma eMéxico o MéxicoX (MexicoX, 2015) y la plataforma CODAES, que significa Comunidades Digitales de Aprendizaje para la Educación Superior (CODAES, 2015), en la que participa la UAEH, con el curso Aprender a Aprender en el Área de Educación.

El proceso de enseñanza aprendizaje implica el uso de materiales y medios educativos que sean utilizados adecuadamente por el profesor, para así poder alcanzar el objetivo. Por ello, la UAEH está desarrollando e incorporando nuevos materiales educativos en línea como los MOOC, Objetos de Aprendizaje y Apuntes Digitales. Con la finalidad de apoyar a los alumnos en su proceso de aprendizaje.

5. Desarrollo



El tipo de desarrollo corresponde a la investigación que se viene aplicando desde el año 2015 con el análisis de actas de exámenes en diferentes grupos de estudiantes que cursaron la

materia de Pre-cálculo, así mismo con el desarrollo de 70 videos, múltiples ejercicios y secuencias didácticas digitalizadas, todas ellas integradas en la plataforma Moodle.

Con respecto a la metodología empleada para este proyecto se utilizó la metodología DECADE/COM como guía para la construcción de material educativo computarizado para el desarrollo de capacidades y destrezas a través de la información presentada con elementos multimedia (Curiel, 2015), debido a que se han tenido resultados favorables, como en el caso del MOOC “Aprender a Aprender”, publicado en la plataforma (CODAES, 2015). La metodología DECADE/COM está basada en el ciclo de vida clásico para el desarrollo de los sistemas de información, con la diferencia que se ve modificado todo el modelo con un eje que obliga a realizar el análisis, la planeación y el desarrollo; con la idea siempre de incluir en los MEC elementos instruccionales, que permitan desarrollar destrezas y habilidades en el alumno, en la figura 1 se muestra en forma gráfica la metodología empleada.

Figura 1. Modelo DECADE/COM

En la figura 2, se muestra la portada de la presentación del MOOC, en donde se da la bienvenida del curso por unos de los integrantes del claustro de profesores que participaron en el desarrollo de MOOC, además se dan la instrucción de como se desarrollará el curso, se definen objetivos, competencias de aprendizaje esperado, dinámica de trabajo y prerrequisitos.



Figura 2. Presentación del MOOC

Como se observa en la figura 3, el formato del contenido del curso desplegable, dicho contenido se apega completamente al programa educativo de precalculo que se imparte en las carreras de ingeniería en la universidad.



Figura 3. Contenido del curso de pre-cálculo.

A continuación se muestra en la Figura 4, la vista principal con la estructura arborescente, de lado izquierdo en donde se despliega nuevamente el temario y del lado derecho aparece el tema que va a tratar.



Figura 4. Estructura arborescente del MOOC de Pre-cálculo

En la figura 5 y 6, se muestra un ejemplo de algunos de los temas de la materia de pre-cálculo, donde se incluyen materiales didácticos, como videos de exposiciones de ejercicios prácticos y lecturas de conceptos básicos.

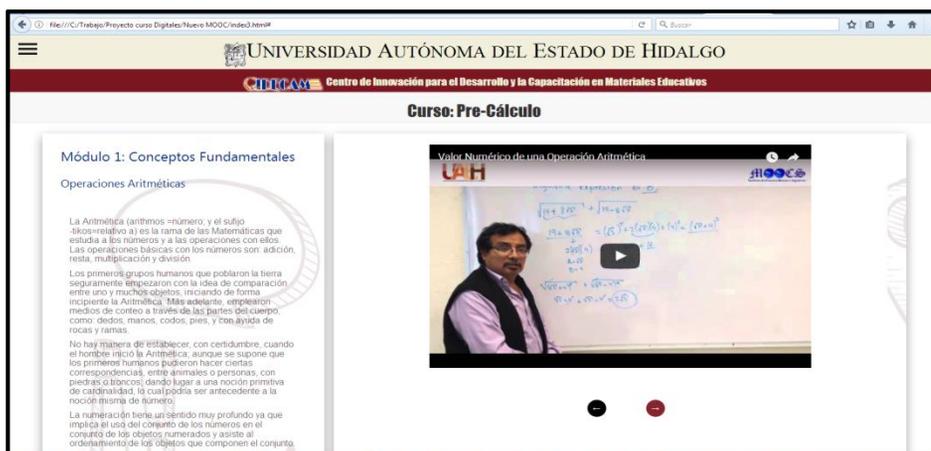


Figura 5. Contenido de Operaciones Aritméticas del Modulo 1: Conceptos Fundamentales del curso de pre-cálculo

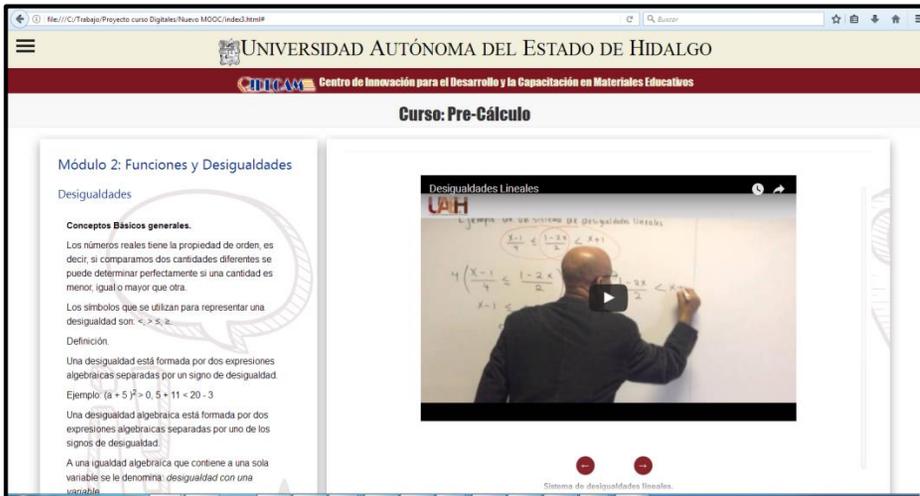


Figura 6. Contenido de Conceptos básicos generales del Modulo 2: Funciones y Desigualdades del curso de pre-cálculo

En la figura 7, se muestra la integración de una evaluación de opción múltiple al MOOC de Pre-cálculo.

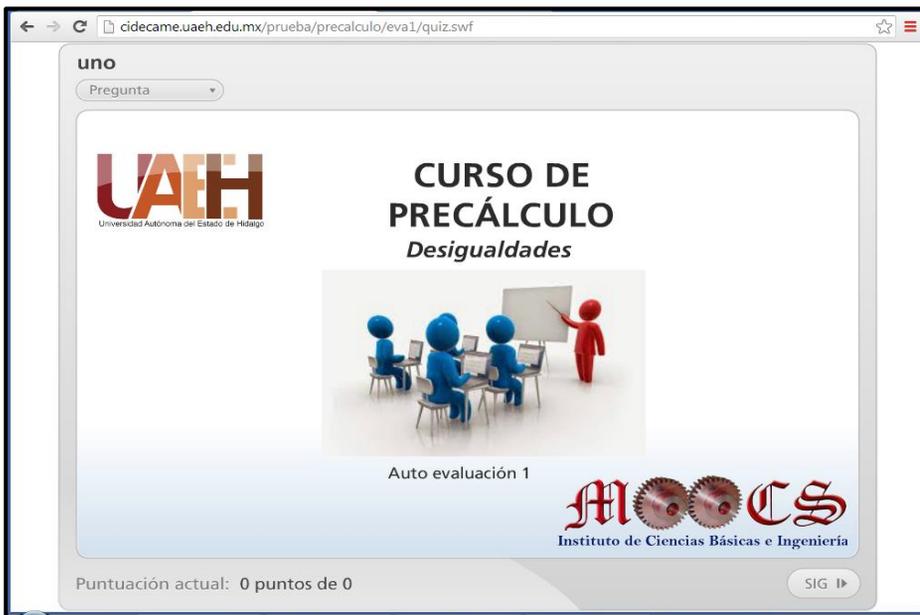


Figura 7. Auto evaluación del tema de desigualdades en el MOOC de Pre-cálculo

5. Conclusión y trabajos futuros

El desarrollo e implementación parcial del MOOC de Pre-cálculo en la licenciatura en Ciencias Computacionales que tiene una población de 1,400 alumnos ha permitido buenos resultados en el aprovechamiento de los alumnos reflejado en las evaluaciones así como en las consultas al sitio. Cabe señalar que no solo estará a la disposición de los alumnos de Ciencias Computacionales sino de otras carreras a fines que lleven esta asignatura como Ingeniería Industrial, Ingeniería en Electrónica e Ingeniería en telecomunicaciones entre otras. Hasta el momento se tiene un avance del 90%, y se están atendiendo las recomendaciones obtenidas de la primera evaluación del MOOC, se espera que el MOOC de Pre-cálculo esté funcionando en su totalidad el próximo año.

Referencias

- EdX, (2015), Presentación, recuperado el 18 de septiembre del 2015 de: <https://www.edx.org/>
- Siemsen S. and Jansen, (2014), Connectivism and Interactionism Reloaded Knowledge Networks in the Cloud: A Theoretical Approach to a Shift in Learning through Connectivism and MOOCs, Editado en Communications in Computer Science, Vol. 446 2014, Santiago de Chile.
- Pope, J., (2015). What Are MOOCs Good For?. MIT Technology Review, 68-71.
- Chavarría C., (2015), Udacity dice que puede enseñar habilidades de la tecnología a millones, y Rápido, Diario New York Times digital, Recuperado de: http://www.nytimes.com/2015/09/17/technology/udacity-says-it-can-teach-tech-skills-to-millions.html?_r=0
- MiriadaX, (2015), Bienvenida a MiriadaX, MiriadaX.com.
- CODAES, (2016), Únete a nuestra comunidad de aprendizaje, Recuperado el 1 de Julio del 2016 de <http://www.codaes.mx/inicio.htm>
- Ng'ambi, D., & Bozalek, V. (2015). Editorial: Massive open online courses (MOOCs): Disrupting teaching and learning practices in higher education. British Journal Of Educational Technology, 46(3), 451-454. doi:10.1111/bjet.12281
- MéxicoX, (2015) Aprender a Aprender (MOOC), Recuperado el 1 de Octubre de 2015 de: <http://mx.televisioneducativa.gob.mx/courses>.
- Curiel A, Pozas M, Hernández D., (2015), “DEesarrollando CAPacidades y DEestrezas por COMputadora (DECADE-COM)”, AMICED, Editores,

ProjectHub: Plataforma para Gestión de Proyectos de Software

Nancy Aguas García¹, Sandra Daniela Martínez Deyta², Alexis Uriarte Reyes³,

¹Universidad del Caribe-Mz. 1, L.1, Cancún, Q. Roo, 77528, naguas@ucaribe.edu.mx ^{2,3}Instituto Politécnico Nacional, Gustavo A. Madero, Ciudad de México, 07738 dany1234deyta@outlook.com, alexis.uriarter@gmail.com

Resumen. Desarrollar software con una adecuada administración, donde se pueda estimar costo, tiempo, calidad y otros parámetros es muy importante en el mercado actual, donde la competitividad es una de sus principales características. Sin embargo, el proceso de gestión de proyectos, la aplicación de diversos métodos de desarrollo así como la gran cantidad de herramientas utilizadas pueden ocasionar una administración de proyectos inadecuada. Este artículo propone el diseño de una plataforma en donde se conjuntan métodos y herramientas para que un administrador de proyectos pueda llevar a cabo la gestión de proyectos de software de forma eficaz.

Palabras Clave: Proyectos, ingeniería de software, métodos de desarrollo.

Abstract. An adequate software develop process with an estimation of cost, time, quality and other parameters is very important in today's market, where competitiveness is one of its main characteristics. However, the project management process, the application of various development methods as well as the large quantity of tools used may lead to inadequate project management. This article proposes the design of a platform that combines tools and methods for the management of software projects effectively.

Keywords: Projects, software engineering, development methods.

1 Introducción

La industria del software se ha vuelto un icono debido a que el desarrollo tecnológico ha crecido a una velocidad impresionante, por ello existe una fuerte demanda de talento humano en este ámbito no solo a nivel nacional, sino en un mercado global. La administración de proyectos surge como una forma de prevenir problemas que se presentan en el desarrollo de productos o servicios, mediante el uso de un conjunto de procedimientos, prácticas, tecnologías y know-how que apoyan la planeación, organización, integración, dirección y control necesarios para administrar de manera exitosa un proyecto de ingeniería. Si el producto del proyecto es software, entonces el acto de administración de un proyecto de software se llama administración de proyectos de ingeniería de software [1].

Debido a la gran cantidad de métodos de desarrollo de software y herramientas para la administración de proyectos, resulta complicado para un administrador de proyectos la interacción método-herramienta para cada proyecto que se encuentra a su cargo.

1.1 Situación actual

Las empresas necesitan entregar productos de calidad con los costos y tiempos pactados. Buscando ser más competitivas, algunas organizaciones están implantando la dirección disciplinada de los procesos lo cual ha impactado en la mejora de la calidad de sus productos y resultados, para ello utilizan métodos de desarrollo fuertemente documentados o ágiles tales como RUP, XP, Kanban, Crystal Clear, Scrum y Feature Driven Development (FDD), entre otros. Aunado a ello, se han desarrollado herramientas computacionales que permiten asistir su gestión en forma automatizada [2], tales como Basecamp, Trello, Asana, Redbooth, GanttProject, Jira, Wrike, KanbanTool, IceScrum, TeamWork, sin embargo éstas trabajan de manera independiente, por lo que sí el administrador quiere usar varios métodos, tendrá que utilizar diversas herramientas, lo cual implica un incremento de costos y tiempos para el proyecto.

2 Estado del Arte

2.1. Métodos de desarrollo de software

Se llevó a cabo una revisión documental de los principales métodos de desarrollo de software. A continuación se da una breve descripción de ellos.

Kanban [3]: Kan es “visual”, y Ban corresponde a “tarjeta”, puede ser específico para un proyecto en concreto o bien genérico.

RUP [4]: Su fin es entregar un producto de software, así como definir arquitecturas orientadas a objetos. Junto con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML).

FDD [5]: metodología ágil diseñada para el desarrollo de software, basada en la calidad y el monitoreo constante del proyecto.

Scrum [6]: El objetivo de la iteración es entregar un Incremento terminado que cumpla con la meta marcada.

XP [7]: centrada en potenciar relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software.

Crystal Clear [8]: La más exhaustivamente documentada, puede ser usado en proyectos pequeños.

Se observan algunos elementos diferenciales que ayudan a saber cuál sería la ideal para un proyecto específico, en la tabla 1 se especifican dichos elementos.

Tiempo \ Personas	1-5 personas	6-15 personas	+16 personas
3-6 meses	Kanban, XP	Kanban, Scrum	FDD
6-12 meses	Kanban, XP	Kanban, Scrum	RUP, FDD
+12 meses	Crystal	Scrum, Crystal	RUP, FDD

Tabla 1. Clasificación de métodos de desarrollo en elementos tiempo-personas

2.2. Herramientas de gestión

Se revisaron y probaron las principales herramientas de gestión de proyectos en cuanto a: método de desarrollo que utiliza, componentes que provee, costo y valoración de usuarios en Google Play, para de esta forma extraer datos para la plataforma de gestión. Las herramientas y características fueron:

Basecamp²: no soporta a un método de desarrollo, cuenta con chat, tablero de anuncios, lista de tareas, calendario, documentos y archivos, el costo es de 99 dólares por mes para empresas y está valorada como buena.

Trello³: basado en Scrum, trabaja vía web, permite crear tableros con etiquetas, checklist y fechas, sin embargo no lanza notificaciones de las actualizaciones, el costo es de 20.83 dólares por mes para empresas y está valorada como buena.

Asana⁴: no soporta a un método de desarrollo, permite crear proyectos, tablas, tareas, recordatorios y verificar en tiempo real el estado de las tareas y proyectos, no genera un reporte gráfico tipo Gantt para el proyecto, el costo es de 10 dólares por mes por persona y está valorada como buena.

Redbooth⁵: no soporta a un método de desarrollo, ofrece un tablero en el cual se añaden tareas y se asignan a un usuario, permite crear anuncios, está valorada como buena por los usuarios, el costo es de 15 dólares por mes para empresas y está valorada como buena.

GanttProject⁶: limitada a diagrama de Gantt, genera reportes en PDF y HTML, no soporta a un método de desarrollo, es gratuita.

Jira⁷: maneja Kanban y Scrum, se pueden cargar documentos e interactuar en tiempo real, el costo mínimo es de \$10 por 3 personas y está valorada como regular.

Wrike⁸: no tiene metodología, visualiza de diferentes formas las tareas (lista, tablas, cronograma, flujo), informes, no incluye personalización, cuesta 25 dólares por mes para empresas y está valorada como buena.

² <https://basecamp.com/>

³ <https://trello.com/>

⁴ <https://asana.com/>

⁵ <https://redbooth.com/es>

⁶ <http://www.ganttproject.biz/>

⁷ <https://es.atlassian.com/software/jira>

⁸ <https://www.wrike.com>

KanbanTool⁹: metodología Kanban, permite visualizar el flujo de trabajo, control y optimización con tarjetas en un tablero, colaborar en equipo en tiempo real, cuesta 9 dólares por usuario por mes para empresas y está valorada como buena.

IceScrum¹⁰: sin metodología, permite control y registro de tiempos y costos, manejo de equipos de trabajo y aplicaciones para gestión, es gratuita, está valorada como regular.

TeamWork¹¹: ofrece control total sobre el equipo de trabajo y tareas asignadas, así como las publicaciones globales o individuales de artículos y anuncios, cuesta 269 dólares por mes para empresas y está valorada como buena.

Como se observa, ninguna de ellas permite cubrir distintos métodos de desarrollo, plantillas, documentos, tiempo, costos, equipos de trabajo y el correcto seguimiento para una o varias metodologías. Se propone, por lo tanto, el desarrollo de una plataforma informática para la gestión de desarrollo de software que cuente con diversos métodos, que lleven de la mano al usuario durante las diversas etapas del proyecto, proporcione formas de calcular costos, organice equipos de trabajo, establezca roles específicos, definir plantillas y documentos que pudiera necesitar y la interfaz de trabajo sea acorde al método seleccionado.

3 Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados se utilizan dos metodologías, una de investigación y otra para el desarrollo del software.

3.1 Metodología de Investigación

Utilizamos la metodología propuesta por Adrion [9], que establece que el proceso de investigación en el ámbito de la ingeniería sigue las siguientes cuatro etapas:

1. Observar las soluciones existentes: busca detectar los problemas que se van a abordar a partir del estudio de las propuestas existentes.
2. Proponer una mejor solución: hacer una propuesta que supere las limitaciones detectadas. Estudiar las posibles aproximaciones.
3. Desarrollar la nueva solución: a partir del estudio anterior, plantear la arquitectura de un nuevo sistema y desarrollar un prototipo del mismo.
4. Evaluar la nueva solución: mostrar que la solución desarrollada supera los problemas que fueron detectados en la primera etapa de esta metodología.

3.2 Metodología de desarrollo de software: SCRUM [6].

Aplica de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente. Propone realizar entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al patrocinador del proyecto. Está especialmente indicado para proyectos donde se necesita obtener resultados rápidamente, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales. En Scrum, un proyecto se ejecuta en bloques temporales cortos y fijos (iteraciones que normalmente son de 2 semanas, aunque en algunos equipos son de 3 y hasta 4 semanas, límite máximo de feedback y reflexión). Cada iteración tiene que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite. Cada iteración consiste en: planificación, ejecución, inspección y adaptación.

4 Resultados

Se llevaron a cabo las actividades que marca la metodología obteniendo los resultados citados.

4.1 Observar las soluciones existentes

⁹ <https://kanbantool.com/>

¹⁰ <https://www.icescrum.com/>

¹¹ <https://www.teamwork.com/>

Se conceptualizó la problemática y se evaluó el Estado del Arte de las diversas herramientas, sus ventajas y desventajas, resultado de ello se observa en la tabla comparativa, la cual está diseñada con base en las características descritas por el desarrollador de cada aplicación, se tomaron en cuenta 3 elementos importantes que se evalúan entre las aplicaciones principales.

Herramienta \ Elemento	Gestión de colaboradores	Configuración de costos	Configuración duración del proyecto
Basecamp	Si, escritos por gestor	No	Si, calendario
Trello	Sí, no especifica roles	No	No
Asana	Sí, no especifica roles	No	Si, calendario
Redbooth	Sí, no especifica roles	No	No
GanttProject	Si, los especifica el gestor	No	Si, Gantt
Jira	Si, colocados por el gestor	No	Si, diagramas de avance y calendarios
Wrike	Si, de acuerdo a funciones	Si, presupuesto	Si, Gantt
KanbanTool	Sí, pero no especifica roles	No	No
IceScrum	Si, con roles	Si	Si, calendario
TeamWork	Si, los especifica el gestor	No	Si, con diagrama de Gantt y calendarios

Tabla 2. Comparación entre las distintas herramientas para administrar proyectos

4.2. Proponer una mejor solución

Para esta actividad, utilizando SCRUM se realizó la captura de requisitos a través de entrevistas a expertos.

4.2.1 Requerimientos funcionales

Se definieron un total de 25 requerimientos funcionales, entre los cuales destacan por orden de prioridad los siguientes:

- El sistema contará con los usuarios “Gestor de proyectos”, “Colaborador” y “Administrador”.
- El “Gestor de proyectos” podrá crear proyectos.
- El “Gestor de proyectos” podrá consultar las evaluaciones hechas por el sistema a partir de un formulario de registro de proyecto.

4.2.2 Requerimientos no funcionales

Se definieron 8 requerimientos no funcionales, entre los cuales destacan por orden de prioridad los siguientes:

- Todas las interfaces deberán atender la sencillez
- El sistema debe ser usable
- El sistema debe ser atractivo

4.2.3 Diagramas de casos de uso

El siguiente diagrama de casos de uso presenta al actor principal “Gestor de proyectos”.

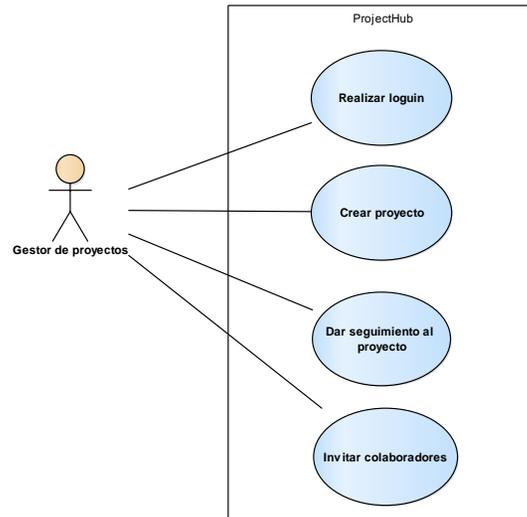


Fig 1. Caso de uso Gestor de proyectos

El Gestor de proyectos es encargado de las tareas principales en la plataforma, tales como:

-Crear proyecto: El gestor de proyectos tiene la posibilidad de crear un proyecto seleccionando una metodología predefinida de la plataforma o recibir una recomendación de acuerdo a los datos de entrada que proporcione.

-Consultar evaluación del proyecto: Este caso de uso incluye diversas tareas que el gestor de proyectos tiene al alcance tales como: Crear tarea, Crear anuncio, Consultar calendario, Unir a chat, Subir documento, Descargar plantilla.

4.3. Desarrollar la nueva solución

Definidos y validados los requisitos funcionales se desarrolló un diseño conceptual de alto nivel, siguiendo estrategias de diseño de interacción se construyeron *mockups* para cada función a automatizar:



Fig 2. Pantalla principal

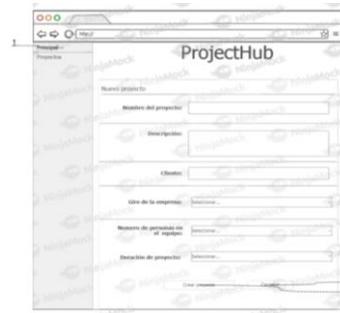


Fig 3. Crear Nuevo Proyecto

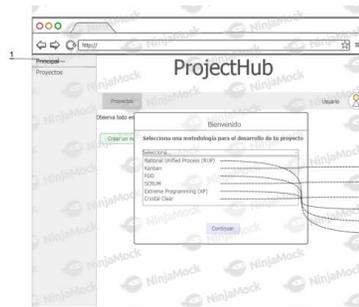


Fig 4. Metodologías disponibles



Fig 5. Recomendación de metodología(s)

4.4. Evaluar la nueva solución

El prototipo implementado mediante *mockups* fue validado por 10 personas utilizando pruebas de usabilidad en 5 diferentes elementos, arrojando las siguientes aportaciones:

-Preguntas de identidad: a pesar de que la mayoría de los elementos tienen relación con el objetivo de la plataforma, en la página de inicio surge ambigüedad porque resulta necesario un diseño más simple y concreto.

-Preguntas de contenido: es necesario hacer que los enlaces sean descriptivos y en el caso de subir archivos adjuntos especificar el tamaño y formato que se soporta.

-Preguntas de navegación: El usuario llega a confundirse sobre la sección en que se encuentra, por lo tanto se implementarán mejoras en el sistema de navegación con el fin de que este resulte más descriptivo.

-Preguntas de diseño web: resulta agradable el diseño a los usuarios, en la página principal podría tornarse informal y las figuras tienen poca relación entre ellas.

-Preguntas de utilidad: los usuarios respondieron positivamente, en general les parece una plataforma amigable que maneja distintas metodologías que son de gran apoyo, pero la primera impresión no es la adecuada, la página principal tendrá que ser ajustada.

5 Conclusión

Comprender la problemática actual a la que se enfrentan los administradores de proyectos, se hizo la investigación y análisis necesario de la información acerca de las metodologías requeridas en el desarrollo de software y con el uso de la metodología Scrum en cada uno de los objetivos, se logró el desarrollo del prototipo de la plataforma para gestión de proyectos de software. Gracias al verano de Investigación reforzamos nuestros conocimientos aplicados a la industria del software y a la importancia de la correcta administración de un proyecto con todos sus elementos implicados, como son costo, alcance y calidad, para que quien use esta herramienta se pueda beneficiar y obtener resultados positivos en sus proyectos.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico "Delfín", por la estancia de investigación de dos estudiantes participantes en el proyecto y a la Universidad del Caribe por las instalaciones y equipos proporcionados para el desarrollo del proyecto.

Referencias

1. Peñaloza, M. "Administración de proyectos: Factor crítico para el éxito del desarrollo de software". [En línea] Entérate UNAM, disponible en: <http://www.enterate.unam.mx/artic/2007/noviembre/art1.html> [Ultimo acceso: 28 de julio de 2017].
2. Acuña, P., Moraga, S & Ruiz, P. "Introducción a Proyectos informáticos" [En línea] Administración de Recursos Informáticos, disponible en: <https://administracionderecursosinformaticos.wordpress.com/introduccion-a-proyectos-informaticos/> [Ultimo acceso: 28 de julio de 2017].
3. Anderson, D. (2010). Kanban - Successful Evolutionary Change for your Technology Business. Blue Hole Press. ISBN 0-9845214-0-2.
4. IBM, "Rational Unified Process, Best Practices for Software Development Teams" [En línea] Rational Software White Paper, disponible en: https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_bestpractices_TP026B.pdf [Ultimo acceso: 28 de julio de 2017].
5. Palmer, S.R., & Felsing, J.M. (2002). A Practical Guide to Feature-Driven Development. Prentice Hall. ISBN 0-13-067615-2.
6. Rubin, K. (2012) Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile. Addison-Wesley Professional.
7. Extreme Programming, "Extreme Programming: A gentle introduction" [En línea] Agile Process, disponible en: <http://www.extremeprogramming.org/> [Ultimo acceso: 28 de julio de 2017].
8. Crystal Clear Software, "Software Architecture & Development Services" [En línea] disponible en: <http://www.crystalclearsoftware.com/> [Ultimo acceso: 28 de julio de 2017].
9. Adrion, W. (1993). Research methodology in software engineering: summary of the Dagstuhl workshop on future directions on software engineering. Software Engineering. (Notes 18), 1: 36-37.

Aplicación para la Extracción de Conocimiento sobre corpus de textos médicos

José Román Herrera Morales,¹ Liliana Ibeth Barbosa Santillán²
y Sara Sandoval Carrillo¹

¹ Universidad de Colima. Facultad de Telemática,
Avenida Universidad # 333, Colima, Colima, 28040. México
rherrera@uacol.mx, sary@uacol.mx

² Universidad de Guadalajara, CUCEA-DTI, Periférico Norte #799,
Módulo L-305. Los Belenes, Zapopan, Jalisco, 45100. México.
ibarbosa@cucea.udg.mx

Resumen. La minería de datos puede emplearse para la extracción automatizada de la información que está contenida en documentos de texto al identificar las conceptos y relaciones que son propios para un dominio específico de la ciencia. En este artículo describimos una herramienta de software que permite la identificación de los conceptos médicos presentes en artículos científicos del área biomédica, empleando técnicas de procesamiento de lenguaje natural para la identificación de frases candidatas y validando éstas como entidades médicas con el uso de ontologías y tesauros médicos especializados. Finalmente se realiza un proceso de indexado semántico donde se considera el tipo, el grupo semántico y las relaciones entre entidades asociadas a cada concepto localizado. Para la experimentación se comparó contra una implementación del método LSA, lográndose una reducción significativa en tiempos de procesamiento e indexado, así como resultados satisfactorios al evaluar los documentos recuperados en términos de su relevancia semántica.

Palabras clave: Minería de datos, Extracción de conocimiento, Reconocimiento de entidades médicas, Procesamiento de lenguaje natural, Relevancia semántica.

Abstract. Data mining can be used for the automated extraction of information that is contained in text documents by identifying concepts and relationships in a specific domain of science. In this article, we describe a software tool that allows the identification of medical concepts present in biomedical scientific articles, using natural language processing techniques for the identification of candidate phrases and validating these as medical entities using ontologies and thesauri specialized in medicine. Finally, a semantic indexing process is performed which, for the weight assignment, considers the type, the semantic group and the relationships between the entities associated to each concept that was located. For the experimentation, the results were compared against an implementation of the LSA method, achieving a significant reduction in processing and indexing times, as well as satisfactory results when the recovered documents were evaluated in terms of their semantic relatedness.

Keywords: Data mining, Knowledge extraction, Medical Entities Recognition, Natural language processing, Semantic relatedness.

1 Introducción

En la actualidad, gracias a la innovación y desarrollo tecnológico y el Internet sumado a la aplicación de técnicas de computación en diferentes áreas del conocimiento, se ha logrado poner a nuestro alcance una inmensidad de recursos de información de todos los géneros, en gran variedad de tipos y formatos; con una diversidad de herramientas y métodos para allegarnos de nuevos conocimientos y de la información más fresca en nuestras áreas de interés.

Al mismo tiempo, estamos experimentando el fenómeno del Big Data y de la explosión de la información, llamado también sobrecarga de información [1], que se manifiesta como una gran brecha de apropiación del conocimiento que se va acentuando cada vez más porque los expertos humanos no alcanzamos a clasificar tan rápido la nueva información que va surgiendo cada día. Esta problemática torna evidente la necesidad de desarrollar aplicaciones que utilicen métodos y técnicas que pueden explotar la gran cantidad de conocimiento inherente en las fuentes de datos y textos no estructurados, y esta es precisamente la motivación para el desarrollo de una herramienta que permita "extraer conocimiento" de tanta información textual del área biomédica.

Para la descripción de esta aplicación, este documento se ha estructurado de la siguiente manera: En la sección 2, se hace un recuento de los conceptos de Minería de datos y textos aplicados al área biomédica. En la Sección 3, presentamos la descripción de las tareas que realiza nuestra herramienta. En la Sección 4 se describe la fase de experimentación presentando también los principales resultados de los experimentos. Finalmente, en la Sección 5 se muestran las conclusiones y el trabajo futuro.

2 Estado del arte

El área de la biomedicina resulta ser un área muy fértil para su aplicación de conceptos de Minería de textos [2]. De esta manera, el concepto “Bio-medical text mining” se puede entender como la búsqueda de información relevante en textos científicos, satisfaciendo diversas necesidades de información de una gama muy amplia de comunidades científicas del área biomédica las cuales a su vez hacen uso de diversas múltiples fuentes y tipos de información [3] y el análisis del tipo de fuente de información que se va a procesar es uno de los primeros puntos que se deben tomar en cuenta para realizar aplicaciones de extracción de conocimiento. Entre las principales fuentes de información se tienen: las provenientes de archivos y documentos de texto, de bases de datos especializadas y otros recursos estructurados, como vocablos, taxonomías y ontologías del dominio de la biomedicina.

2.1 Fuentes de información textual

Una de las principales fuentes textuales de información científica del área biomédica y de las ciencias de la vida, es el portal web PubMed Central [4], desde la cual se puede acceder de forma gratuita a todos los resúmenes de los artículos publicados en estas áreas. Estos resúmenes son de suma utilidad para aplicaciones de text-mining y se pueden recuperar vía una interfaz web o con servicios de consulta automatizada mediante interfaces programables de software (APIs).

2.2. Fuentes de información estructurada: Vocablos, Tesoros y Ontologías

A diferencia de las fuentes de información del área biomédica basadas en archivos de texto que pudieran o no tener una cierta estructura que describa su contenido, se tienen otras fuentes de información donde ya se ha realizado un gran esfuerzo para representar el conocimiento de una manera formal y estandarizada. Estas fuentes de gran relevancia son los vocabularios controlados, las taxonomías, los tesauros y las ontologías.

2.3 Ontologías y tesauros especializados en medicina

Uno de los meta-tesauros más reconocidos es el Sistema de Lenguaje Médico Unificado (UMLS - Unified Medical Language System) [5][6] desarrollado también por la Biblioteca Nacional de Medicina de EUA, que integra a los mejores tesauros del área como: MeSH, SNOMED-CT (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms), ICD (International Clasification of Di-seases), RxNORM (vocablos para fármacos o drogas clínicas), entre muchas otros. UMLS se considera incluso como un sistema porque además incluye una red semántica donde los conceptos fueron agrupados en tipos y grupos semánticos, así como herramientas de software para facilitar el acceso y desarrollo de aplicaciones que consuman su información. UMLS está en continua actualización e incluye la estandarización de más 13 millones de nombres de conceptos referenciados a un poco más de 3 millones de conceptos médicos.

3.3 Procesamiento de lenguaje natural

Una de las posibilidades para realizar un procesamiento automatizado de textos no-estructurados es tratar de hacer el reconocimiento del texto escrito en lenguaje natural, mejor conocido por su acrónimo NLP, del inglés Natural Language Processing. Pero aplicar técnicas de NLP lleva consigo varios problemas para la apropiada interpretación de los textos, como las cuestiones relacionados con la ortografía, a la morfología y al significado de las palabras dependiendo de su contexto [3].

Con la aplicación de técnicas de NLP podemos tener un primer paso en la identificación de entidades en los textos en este caso el idioma inglés, por lo que para una aplicación como la propuesta se requiere que estas entidades puedan ser asociadas a la terminología médica, para lo cual nuestra herramienta necesitó integrarse en una serie de etapas que se describen en la siguiente sección.

3 Metodología empleada

En esta sección se describen las etapas principales que integran la aplicación para extraer conocimiento de textos médicos, de forma general son: 1) Integración del corpus de textos médicos. 2) Procesamiento de Lenguaje Natural del corpus. 3) Validación de conceptos médicos con tesauros médicos especializados. 4) Ponderación e indexado semántico y 5) la Recuperación semántica de documentos.

3.1 Integración del corpus de textos médicos

Del repositorio de PubMed se descargaron los metadatos de una gran cantidad de artículos científicos del área biomédica. Con estos metadatos se generó un archivo en formato de texto que contiene la información del título, autores y el resumen completo de cada artículo y con ellos se integraron nuestro corpus de documentos a procesar.

3.2 Procesamiento con NLP

Se aplicaron técnicas de NLP para identificar frases o conceptos que pueden ser entidades médicas en cada uno de los archivos. Para iniciar con las tareas de procesamiento de textos con técnicas de NLP se comienza con la identificación de las partes que componen cada documento. Cada archivo está formado por varios párrafos y dentro de cada párrafo existen una o varias frases u oraciones. Para tratar de identificar la relación o el rol que tiene cada palabra dentro de una sentencia se aplica un proceso de anotación con etiquetas, conocido como POST (del inglés POS-Tagging) [7]. En nuestra implementación, se utilizaron las etiquetas para describir cualquier variante de adjetivos, sustantivos, así como combinaciones de conjunciones y preposiciones para generar frases candidatas conformadas con 1 y hasta 4 palabras.

3.3 Validación de conceptos médicos con tesauros médicos especializados

Se emplearon como referencia el conjunto de tesauros médicos integrado en el metatesauro UMLS [5], para validar que efectivamente sea un concepto médico estandarizado cada términos candidato que fue previamente localizado en cada texto del corpus. Para lograr la especialización en el análisis de contenidos de documentos científicos del área de la Biomedicina y ciencias de la salud, es necesario contrastar cada una de las frases candidatas identificadas en la fase anterior, para establecer a que concepto estandarizado le corresponde, este proceso de "matching" contra el metatesauro de referencia UMLS permite asignar el mejor significado a cada entidad candidata mediante la selección del identificador del vocablo médico estandarizado CUI (del inglés, Concept Unique ID) y con este mismo poder recuperar cualquier término asociado que se estuviera entrelazado a otros vocablos por su CUI en UMLS.

3.4 Ponderación e indexado semántico

Para cada concepto localizado en el corpus se le asignó un peso semántico que varía de acuerdo al tipo de concepto del que se trate, de la clasificación en familias de grupos semánticos de UMLS y a la existencia de términos asociados y relaciones existentes entre ellos. En la ponderación del peso semántico de cada CUI fue muy relevante la identificación del grupo semántico al que pertenece. Esta clasificación en grupos semánticos es propia del metatesauro UMLS y los grupos que consideramos más importantes fueron: 'DISEASES', 'DRUGS', 'FINDINGS', 'PROCEDURES', 'SYMPTOMS', 'ORGANIZATION' y 'LOCATIONS'. A estos grupos semánticos se les asignó un nivel más alto de prioridad y por lo tanto el peso asignado es mucho mayor a los grupos semánticos no considerados.

3.5 Recuperación semántica de documentos.

Para corroborar la funcionalidad de esta aplicación para extracción de conceptos médicos, se implementó un mecanismo que permita obtener los documentos más relevantes a partir de expresiones de búsqueda, empleando la métrica de relevancia semántica (semantic relatedness) a partir de la sumatoria y normalización de los pesos asignados a cada uno de los CUI en el proceso de indexado semántico. Como resultado de este proceso de recuperación se obtienen todas las referencias a los archivos relevantes mediante su identificador (FileID), así como su indicador de frecuencias y pesos obtenidos. Se puede generalizar el resultado de este proceso de recuperación semántica como:

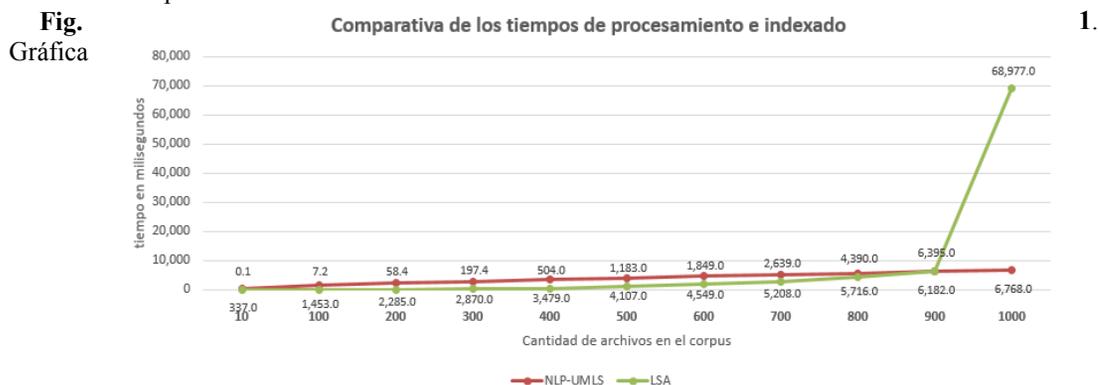
```
Resultados = tripletas formadas por:  
              (FileID, sumatoria de Frecuencias y Sumatoria de Pesos)
```

4 Resultados experimentales

Para efectos de esta experimentación se decidió repetir las mismas condiciones en las que realizamos una experimentación previa aplicando el método LSA (del inglés Latent Semantic Analysis) para el análisis de textos médicos [8], en este trabajo se tuvieron muy buenos resultados con respecto a la relevancia semántica, pero se evidenciaron notorios problemas de coste computacional al ser bastante lento cuando el corpus sobrepasaba cantidades cercanas a los 1000 archivos y por esto mismo nos dimos a la tarea de buscar un mecanismo alternativo que nos permitiera una recuperación semántica de contenido y comparar sus resultados.

4.1 Comparación de rendimiento en tiempos de procesamiento e indexado

Para la conformación de los corpus de texto, se utilizaron exactamente los mismos archivos de texto de la implementación con LSA, consistentes en conjuntos de 10, de 100, de 200, de 300, de 400, hasta llegar al máximo de 1000 archivos. En las pruebas de procesamiento e indexado semántico se registraron los tiempos totales de cada fase y se compararon contra los obtenidos con LSA. En la Fig. 1 se muestra una evidente mejora con una reducción notable en nuestra implementación con NLP y match de conceptos en UMLS cuando se consideran corpus con 1000 archivos o más.



comparativa de los tiempos de procesamiento e indexado con los mismos corpus de texto, tanto para la implementación con LSA y con NLP-UMLS

4.2 Comparativa de resultados respecto a la Recuperación Semántica

Para evaluar la recuperación semántica y la capacidad de nuestra aplicación que utiliza NLP-UMLS también se usaron las mismas expresiones de búsqueda con LSA, y fueron las siguientes:

```
Q1= reaction febrile  
Q2= reaction febrile virus infection  
Q3= tissue epidermis skin carcinogen  
Q4= cancer tumor carcinoma  
Q5= cancer tumor carcinogenesis
```

Por cuestiones de presentación y espacio para este documento, solo se mostraremos el análisis comparativo con el corpus de mayor tamaño que fue de 1000 archivos y las queries Q3 y Q4.

Resultados para Q3

Con los resultados obtenidos de la Q3 se puede evidenciar de forma clara la capacidad de recuperación semántica de nuestra herramienta con NLP-UMLS, donde donde se tiene una gran coincidencia con LSA. En la Fig. 2 se destaca en la tabla de la izquierda, el archivo 091 (02001792.txt) y el 7 (01997142.txt) ubicados en primer lugar con 85.39% y tercer lugar con 35.35% de relevancia semántica respectivamente, mientras que en la tabla derecha (que corresponde a resultados con LSA) en los dos renglones de abajo se muestran estos mismos archivos que siempre estuvieron rankeando en los 2 primeros lugares.

Q3 = tissue epidermis skin carcinogen

SRc = 0.6813

Num.	FileID	FileName	sum(n)	sum(W1)	%SemRel
1	91	02001792.txt	36	1366.285	85.39%
2	6	01997141.txt	35	592.1891	37.01%
3	7	01997142.txt	30	565.6345	35.35%
4	551	02013179.txt	32	507.6201	31.73%
5	631	02013278.txt	24	290.7309	18.17%
6	434	02013033.txt	22	268.6043	16.79%
7	83	01998714.txt	24	264.03	16.50%
8	469	02013076.txt	23	260.7042	16.29%
9	326	02002357.txt	27	254.9639	15.94%
10	654	02040532.txt	28	249.4972	15.59%
11	515	02013135.txt	22	243.7559	15.23%
12	629	02013275.txt	21	240.9702	15.06%
13	554	02013183.txt	17	231.0796	14.44%
14	483	02013095.txt	24	230.6841	14.42%
15	990	02041028.txt	25	227.9218	14.25%
16	604	02013246.txt	22	224.6293	14.04%
17	956	02040985.txt	24	219.531	13.72%
18	252	02002245.txt	26	219.1054	13.69%
19	236	02002219.txt	30	218.3794	13.65%
20	11	01997149.txt	17	217.5655	13.60%

pMaxValue: 1600

Files matching: 967

Ranges	Num
80-100	1
60-79	0
40-59	0
20-39	3
0-19	963
< 0	0
Don't Match	33

Query3: "tissue epidermis skin carcinogen"

Range	K-values for Reduced SVD												
	10%	50%	10%	50%	10%	50%	10%	50%	100	500	250	300	
80 - 100	3	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8
60 - 79	4	1	1	1	2	2	6	1	1	0	1	0	20
40 - 59	4	0	9	0	18	1	3	1	6	1	1	2	46
20 - 39	17	1	26	1	42	2	48	7	39	6	14	12	
0 - 19	62	97	143	95	100	133	206	232	479	480	451	464	
less than 0	10	0	19	102	137	162	242	259	475	513	533	522	
# files in corpus	100	100	200	200	300	300	500	500	1000	1000	1000	1000	
02001792 --%	96	91	98	87	80	75	77	65	64	47	63	58	
01997142 --%	95	79	90	75	69	68	65	58	51	34	56	50	

Fig. 2. Comparación de resultados para Q3: NLP-UMLS (IZQ.) y LSA (DER.)

Resultados para Q4

Se implementaron 2 variantes de Q4 para observar el funcionamiento cuando se emplean términos que son semánticamente equivalentes. Se definió la expresión denominada Q4a con las palabras: "cancer, tumour, carcinoma", y la segunda Q4b con: "malignant tumour, carcinoma" donde se cambió la palabra "cancer" por "malignant tumour". Al comparar los resultados NLP-UMLS (Fig. 3) y entre LSA (Fig. 4) se aprecia que los porcentajes de relevancia semántica (semantic relatedness - SemRel) son mayores en NLP-UMLS, puesto que para LSA el primer lugar no pasa del 50% de SemRel, o si consideramos los dos primeros rangos del porcentaje (60-100%) no tenemos ningún archivo en este segmento; para Q4a en este mismo rango de porcentajes (60-100%) tenemos a 3 archivos; y para Q4b suben aun más los valores obtenidos, ya que en este rango de 60-100% de relevancia semántica tenemos a 9 archivos posicionados, lo cual demuestra una recuperación de conceptos no explícitos detectados por su asociación semántica con el contenido del documento.

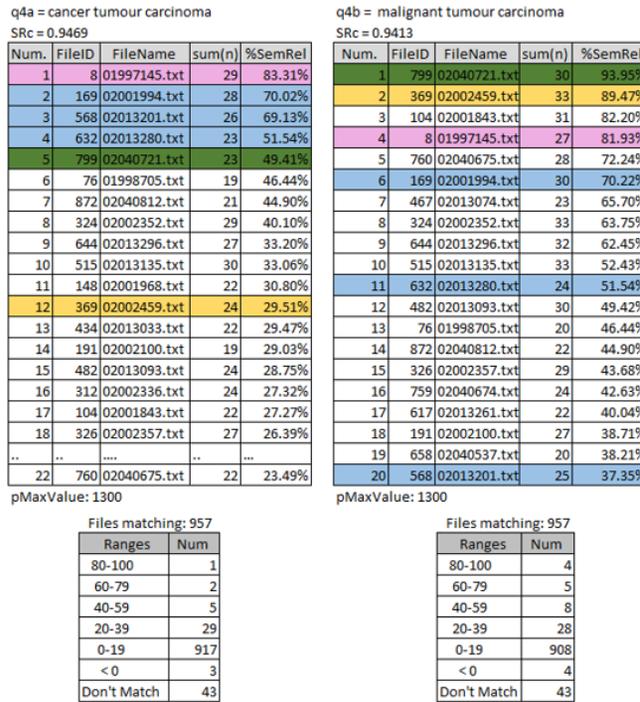


Fig. 3. Comparación de resultados para Q4: Empleando expresiones semánticamente equivalentes con NLP-UMLS

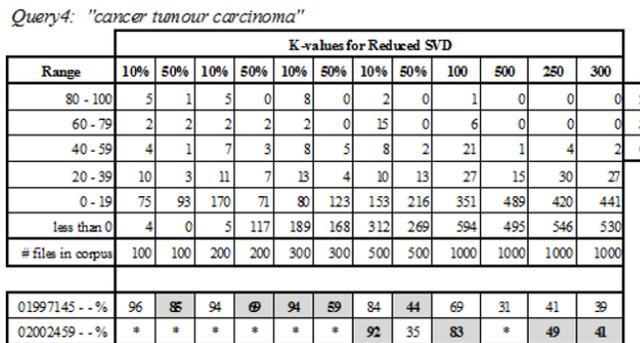


Fig. 4. Comparación de resultados para Q4 con LSA

Estos resultados obtenidos nos indican que el funcionamiento de esta herramienta basada en NLP-UMLS arrojan mejores resultados en la comparativa con LSA, porque independientemente de la existencia o frecuencia del término localizado, en la estimación de la relevancia semántica se han considerado varios criterios semánticos que priorizan o discriminan a estos conceptos de acuerdo al grupo semántico al que pertenecen, lo cual permiten ranquear mejor a los documentos resultantes.

5 Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se ha descrito la implementación de una herramienta que facilita la minería de textos y la extracción automatizada de información de documentos de textos médicos, para lo cual se han empleado técnicas de procesamiento de lenguaje natural, identificación de entidades de interés y su respectiva validación y asociación semántica mediante el empleo de tesauros especializados en medicina. Esta aplicación viene a ofrecer una alternativa para el procesamiento de corpus con grandes cantidades de textos, puesto que se ha tenido una respuesta lineal en los tiempos de procesamiento, lo que permitirá en su momento diseñar aplicaciones predecibles y escalables que puedan manejar corpus con una mayor cantidad de archivos. Como trabajo siguiente y en desarrollo, se está diseñando un modelo formal que permita describir con precisión cada una de las contribuciones semánticas que realiza cada entidad médica junto con las interrelaciones de los

conceptos asociados en cada texto, así como la optimización de estos algoritmos empleando técnicas de paralelización con GPUs.

Agradecimientos. Queremos agradecer al PRODEP por el apoyo para el financiamiento y continuación en el desarrollo de esta investigación.

References

- [1] Hoq, KMG. *Information Overload: Causes, Consequences and Remedies - A Study*. Philosophy and Progress, 55(1-2), 49-68. 2016.
- [2] Ananiadou, S., & McNaught, J. *Text Mining for Biology and Biomedicine*. Norwood, MA: Artech House. ISBN: 158053984X. pp. 302. 2006.
- [3] Shatkay, H., & Craven, M. *Mining the biomedical literature*. MIT Press. ISBN 978-0-262-01769-5. pp. 151. 2012.
- [4] PMC. *PubMed Central*. Repositorio de libre acceso a literatura científica del área biomédica y ciencias de la vida. Administrado por la Biblioteca nacional de Medicina del Instituto Nacional de Salud de EUA (NIH/NLM). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/> (Ultimo acceso, junio 2017)
- [5] Bodenreider, O. *The Unified Medical Language System (UMLS): integrating biomedical terminology*. Nucleic acids research, 32(suppl 1), D267-D270. 2004.
- [6] UMLS. *Unified Medical Language System*. Página web oficial del Metatesauro UMLS de la Biblioteca Nacional de Medicina (NLM) de EUA. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/research/umls/> (Ultimo acceso, junio 2017).
- [7] Kroeger, P. *Analyzing Grammar: An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-01653-7. pp.35. 2005.
- [8] Herrera-Morales, JR & Barbosa-Santillán, LI. *Analysis of Medical Publications with Latent Semantic Analysis Method*. In: IMMM 2013: The Third International Conference on Advances in Information Mining and Management. ISBN: 978-1-61208-311-7, pp. 82-86. 2013.

Laboratorios Virtuales: migración hacia estándares Web bajo el paradigma de Educación Basada en Web

Rubén Peredo Valderrama ¹ Iván Peredo Valderrama ²

¹ Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México

rperedo@ipn.mx

² Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.

ivan.peredo@upq.edu.mx

Resumen. Los laboratorios virtuales como herramientas de apoyo para la educación están creciendo en aceptación para apoyar el proceso enseñanza/aprendizaje, ya que permiten a los estudiantes simular/emular prácticas de laboratorio desde donde sea que se cuente con una conexión a la Internet/Web, a la hora que quiera, y tal vez la ventaja más importante es que el alumno puede avanzar a su propio ritmo. Estas prácticas en términos generales buscan que los estudiantes tengan experiencias más enriquecedoras en términos generales, que permitan mejorar las habilidades de los estudiantes en el mundo real. Un laboratorio es un espacio equipado con instrumentos/equipos donde se realizan múltiples experimentos/investigaciones, dependiendo del área específica al cual este orientado. En términos computacionales generales virtual significa: “*que no es real*”. Los laboratorios virtuales han sido definidos en términos generales como una simulación/emulación computacional para realizar muy variadas actividades creativas, que abarquen diversas áreas como: física, matemáticas, química, etc., dentro de un ambiente interactivo tanto para profesores como para estudiantes, conectándose desde cualquier lugar y a cualquier hora.

Palabras clave: Laboratorio Virtual, Web, Educación Basada en Web.

1 Introducción

La Internet y la Web (*World Wide Web*, WWW por sus siglas en inglés) han transformado a la sociedad de manera inexorable, al proveer de manera conjunta la aplicación más importante que corre sobre la Internet, la cual proporciona documentos multimedia distribuidos por medio del Protocolo de Transferencia de Hiper Texto (*Hyper Text Transfer Protocol*, HTTP por sus siglas en inglés), sobre la infraestructura que proporciona la Internet. La Web ha ido evolucionado desde la versión 1.0 pasando por la versión 2.0 hasta la versión 3.0. La Web 1.0 concretamente desarrollo un sistema de documentos distribuidos con hipertexto que en muchos casos contienen multimedia, unidos por medio de los denominados hipervínculos, los cuales permiten acceder a otros recursos dando un clic sobre el mismo, el cliente por excelencia para navegar a través de la Web es el denominado navegador Web, que desde los tiempos de Mosaic cuentan con una Interfaz de Usuario Grafica (Graphical User Interface, GUI por sus siglas en inglés) [1], que ha permitido a miles de millones de usuarios acceder a la Web, sin tener grandes conocimientos técnicos. No hay una definición ampliamente aceptada de lo que es la Web 2.0, esta versión se basa en dos conceptos fundamentales: compartición y colaboración; a esta nueva versión muchos la denominan como las redes sociales, transformando el rol del usuario desde un consumidor de información, en un productor de contenidos [2]. La etapa actual de desarrollo de la Web es la versión 3.0, la cual muchos denominan como: Web inteligente, Web semántica, etc., la clave fundamental de esta nueva versión radican en que busca procesar la información de manera semiautomática/automática por medio de las computadoras, proporcionando a los usuarios respuestas más enriquecedoras.

El análisis, diseño, implementación y pruebas de las aplicaciones Web, deben de tomar en cuenta la denominada arquitectura Cliente / Servidor, ya que las aplicaciones están divididas en dos partes: Cliente y Servidor. El cliente por excelencia es el navegador Web, el cual es gratuito en términos generales, variando en cada uno de ellos el grado de apego a los estándares que dictan el Consorcio Web Mundial (World Wide Web Consortium, W3C por sus siglas en inglés) [3], esto complica el desarrollo de aplicaciones Web, para tener un despliegue consistente a lo largo de la vida de la aplicación Web; otro punto clave a tomar en cuenta es el cambio en las

tecnologías Web siendo vertiginoso. El lado del servidor también tiene retos importantes, desde los aspectos de las tecnologías a implementarse; hasta la arquitectura del servidor, donde tienen un papel fundamental los denominados Patrones de Diseño de Software (PDS).

El modelo de Educación Basada en Web (*Web Based Education*, WBE por sus siglas en inglés) en sus inicios era visto como una rareza, pero poco a poco se fueron evidenciando las ventajas principales del mismo: conectarse desde cualquier lugar, a cualquier hora, avanzar a su propio ritmo, y lograr una alta personalización de los contenidos de acuerdo a las necesidades de los estudiantes. La WBE se puede implementar en diferentes modelos de enseñanza/aprendizaje, con diferentes combinaciones de modalidades de estudio como: presencial, semipresencial, a distancia o en línea. Durante las pasadas décadas se han creado múltiples iniciativas que buscan crear estándares Web para el modelo WBE, las dos principales iniciativas son las siguientes: Aprendizaje Distribuido Avanzado (*Advanced Distributed Learning*, ADL por sus siglas en inglés) [4] y el Consorcio de Aprendizaje Global - Sistema de Manejo Instruccional (*Instructional Management System Global Learning Consortium*, IMS GLC por sus siglas en inglés) [5]. La ADL se ha transformado en el estándar de hecho, ya que ha sido implementado por diferentes empresas en diversos productos de software, sobresaliendo su Modelo de Referencia de Objeto de Contenido Compartido (*Sharable Content Object Reference Model*, SCORM por sus siglas en inglés), debido a lo anteriormente mencionado, nuestras propuestas han utilizado ADL/SCORM [6-10].

El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE por sus siglas en inglés) cuenta con una arquitectura para sistemas de aprendizaje denominada: Arquitectura de Sistemas Tecnológicos de Aprendizaje (*Learning Technology System Architecture*, LTSA por sus siglas en inglés) [11], la cual es una referencia fundamental para los sistemas tecnológicos de aprendizaje. Una de las áreas de investigación clave en la WBE es la personalización de los ambientes virtuales, ya que permite adaptar los ambientes virtuales a las necesidades de los estudiantes y profesores, además permitir avanzar a los estudiantes a su propio ritmo.

2 Estado del Arte

La Internet y la Web en particular con sus sistemas multimedia, ha permitido desarrollar aplicaciones únicas para la creación de herramientas de apoyo en el aprendizaje, pero estas carecen en la mayoría de los casos de un componente práctico. Los e-laboratorios son una de las soluciones que ofrece el e-learning, con la finalidad de agregar un componente práctico, con la finalidad de agregar actividades prácticas existen los denominados Laboratorios Remotos (LR) y los Laboratorios Virtuales (LV), accesibles a través de la Internet, y en muchos casos accesibles a través de la Web, con el objetivo de agregar un elemento práctico lo más cercano posible a un Laboratorio Tradicional (LT), simulando/emulando e interactuando con los instrumentos virtuales.

Los LTs son lugares extraordinarios para obtener experiencias enriquecedoras para los estudiantes, pero tienen la desventaja de que requieren una coordinación de personas y espacios físicos, las cuales tienen un costo elevado para las diferentes tipos de instituciones tanto privadas como públicas. En los LTs los estudiantes y profesor tienen que estar físicamente en el mismo lugar y coincidir en el mismo tiempo, además los profesores tienen que supervisar a los estudiantes durante sus prácticas. Otro problema importante es que muchas instituciones no cuentan con los recursos humanos para proporcionar prácticas tradicionales en los laboratorios para los estudiantes, en dichas prácticas tradicionales el profesor tienen que dar explicaciones detalladas de los pasos de la práctica, y en ocasiones repetir varias veces las mismas, además de las medidas de seguridad adecuadas para evitar accidentes, posteriormente en la mayoría de los casos de la práctica se pasa a la configuración/calibración de la misma, para luego llevar a cabo uno a uno los pasos de la práctica por parte del estudiante hasta finalizarla, y con posibles preguntas a lo largo de la ejecución de la práctica por parte de los estudiantes hasta el final de la misma. En muchos casos la práctica no obtiene los resultados previstos, lo cual puede deberse a muchos factores como por ejemplo: errores de configuración/calibración, errores al seguir los pasos de la práctica, tiempos inadecuados para darle seguimiento a los estudiantes por parte del profesor, no tener una comprensión de la misma, etc. [12].

Una solución que está ganando cada vez más adeptos, es la utilización de los llamados LV y los LR, los cuales utilizan los avances tecnológicos, para poder abrir espacios virtuales a las diferentes instituciones, tanto públicas como privadas, reduciendo los costos que plantean los LTs. Los LV/LR buscan desarrollar experiencias enriquecedoras para los estudiantes, además de abarcar a más estudiantes, donde los estudiantes

y profesores no tengan un espacio físico común y además de no coincidir en el mismo tiempo. Los LV/LR abarcan infinidad de áreas mencionando a continuación solamente algunas: física, química, biología, matemáticas, astronomía, circuitos eléctricos, etc., mostrando los fenómenos simulados/emulados de tal manera que el estudiante pueda practicar con los mismos de forma interactiva. El avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación (*Information and Communication Technologies*, ICT por sus siglas en inglés), ha propiciado rápidos avances en el desarrollo de los LV/LR.

Los LV son aplicaciones computacionales que buscan acercarse lo más posible a los LTs, en términos computacionales generales virtual significa: “que no es real”. Los LV han sido definidos en términos generales como una simulación/emulación computacional para realizar muy variadas actividades creativas, dentro de un ambiente interactivo tanto para profesores como para estudiantes, conectándose desde cualquier lugar y a cualquier hora. Las implementaciones de los fenómenos de los LV utilizan diferentes tecnologías para simular/emular el fenómeno como: Applets, Flash, Interfaz de Compuerta Común (*Common Gateway Interface*, CGI por sus siglas en inglés), JavaScript, Páginas de Servidor Activa (*Active Server Pages*, ASP por sus siglas en inglés), etc., estas tecnologías buscan obtener resultados numéricos y gráficos en un entorno interactivo para el estudiante. Algunas de las ventajas de los LV son las siguientes [13-17]: acceder desde donde se quiera siempre y cuando se tenga una conexión, acceder a cualquier hora, espacio de interacción virtual, reducción de riesgos, reducción de costos, aprendizaje a través de prueba y error, personalización de acuerdo a las necesidades de los estudiantes, etc. Lamentablemente también hay desventajas en los LV, mencionando a continuación algunas [13-15,17]: la experiencia real es superior a la virtual, se corre el riesgo de que el estudiante se convierta en un simple espectador, los estudiantes no usan en la mayoría de los casos elementos reales de las prácticas, etc. Existe un gran número de renombradas universidades a nivel mundial que están desarrollando LV, la universidad de Oxford desarrollo un LV de química, la universidad Carnegie Mello desarrollo un LV de circuitos eléctricos, la universidad de Purdue tiene un LV denominado SoftLab para experimentos de simulación numérica y experimentos físicos [18].

En las instituciones educativas del país la Computadora Personal (*Personal Computer*, PC por sus siglas en inglés), poco a poco se han convertido en un activo importante en la infraestructura de muchas escuelas de diferentes niveles educativos, pero escasas veces soportado por un plan de tecnología e informática educativa, en México hubo un intento significativo de tal software denominado: Enciclomedia [19], este software estaba basado en la enciclopedia de Microsoft Encarta, lamentablemente esto ocasiono un alto costo de licenciamiento, los contenidos licenciados eran contenidos propietarios lo que implicaba que no se podían modificar, y en su momento la cancelación de Encarta por parte de Microsoft fue el último clavo del ataúd.

Actualmente a nivel primaria se han distribuido tabletas a los alumnos y profesores, además de recursos didácticos que complementan las actividades del aula y que se relacionan con temas de español, matemáticas, ciencias naturales, formación cívica y ética, historia, geografía, educación artística y educación física; mientras que con las aplicaciones se crean textos, presentaciones y mapas conceptuales, se puede grabar audio, tomar fotografías, videos y muchas cosas más [20]. Lamentablemente en esta iniciativa también se ve la carencia de una estrategia de LV para los estudiantes. En muchos casos hay instituciones que no disponen de infraestructura para laboratorios tradicionales, pero cuentan con laboratorios de cómputo, los cuales con el software adecuado se pueden llegar a implementar LV.

La presente propuesta presentara en la primera parte la propuesta de la arquitectura para los Laboratorios Virtuales, basados en componentes de software y patrones de software, así como la migración que se ha hecho desde tecnologías propietarias, hacia estándares Web. La segunda parte mostrara los resultados de la propuesta. Por último se mostrara la sección de conclusiones de la propuesta.

3 Metodología usada

Esta parte explica los pasos que seguimos para implementar la presente propuesta, actualizándose nuestra arquitectura respecto a trabajos previamente publicados [6-10].

Un patrón de diseño de software fundamental de la propuesta del lado del cliente es el patrón composición, que permite desarrollar sistemas complejos en base a componentes más simples. La Fig. 1 está dividida en dos partes, la parte superior muestra nuestro primer laboratorio virtual denominado: "*Laboratorio virtual de programación java en línea para educación basada en Web*" [21], del lado del cliente se utilizo la plataforma Flash, y se programo utilizando el lenguaje de programación ActionScript, el LV posibilito a los estudiantes realizar prácticas en línea de programación Java, en un ambiente multimedia e interactivo, en la parte inferior de la Fig. 1 muestra la descomposición de los contenidos en general de la propuesta en componentes reutilizables, donde destacan los siguientes componentes: contenedor, contenido y navegación, además se muestran los patrones de diseño de software que se utilizaron para ensamblar los contenidos en general, siendo los principales patrones de diseño de software utilizados los siguientes: método de fabrica, decorador, comando y método plantilla. La única dependencia de contexto que tenía la propuesta anterior era el plug-in de Adobe denominado Flash Player, que era una máquina virtual que ejecutaba el código de ActionScript, y que era ampliamente apoyado por la industria. Pero la liberación del estándar Web del Lenguaje de Marcado de Hiper Texto (*Hyper Text Markup Language*, HTML por sus siglas en inglés) en su versión 5, el 28 de Octubre del 2014 [22], ocasiono en sus inicios que perdiera soporte de los diferentes navegadores Web, y de la industria en general, ha llegado a tal grado esta declinación, que ya se ha anunciado su muerte a finales del 2020 [23], lo que ha ocasionado una migración de nuestras propuestas hacia estándares Web como: HTML 5, Lenguaje de Marcado Extensible (*eXtensible Markup Language*, XML por sus siglas en inglés), Hojas de Estilo en Cascada (*Cascading Style Sheets*, CSS por sus siglas en inglés), y JavaScript, entre otros. Anteriormente se utilizaba el Canvas de Flash y ActionScript para la programación de los componentes, lo cual fue sustituido por el Canvas de HTML 5 y JavaScript para la programación, para la sustitución de los multimedios de la plataforma Flash, se utilizaron las etiquetas multimedia de HTML 5 de: video, imágenes y audio, los patrones de diseño de software de los componentes de software escritos originalmente con ActionScript, fueron reescritos con JavaScript. Los cambios anteriormente mencionados han permitido quitar la dependencia de contexto del plug-in denominado Flash Player de nuestras propuestas previas, la nueva propuesta está basada en estándares Web soportados por el W3C. El patrón Modelo-Vista-Controlador (*Model-View-Controller*, MVC por sus siglas en inglés), es una composición de otros patrones, que permite integrar múltiples patrones de diseño de software, permitiéndoles trabajar de manera conjunta, para desarrollar aplicaciones Web complejas, y que permitan manejar el cambio. Se tienen diferentes variaciones del patrón siendo las principales las siguientes: MVC I, y MVC II.

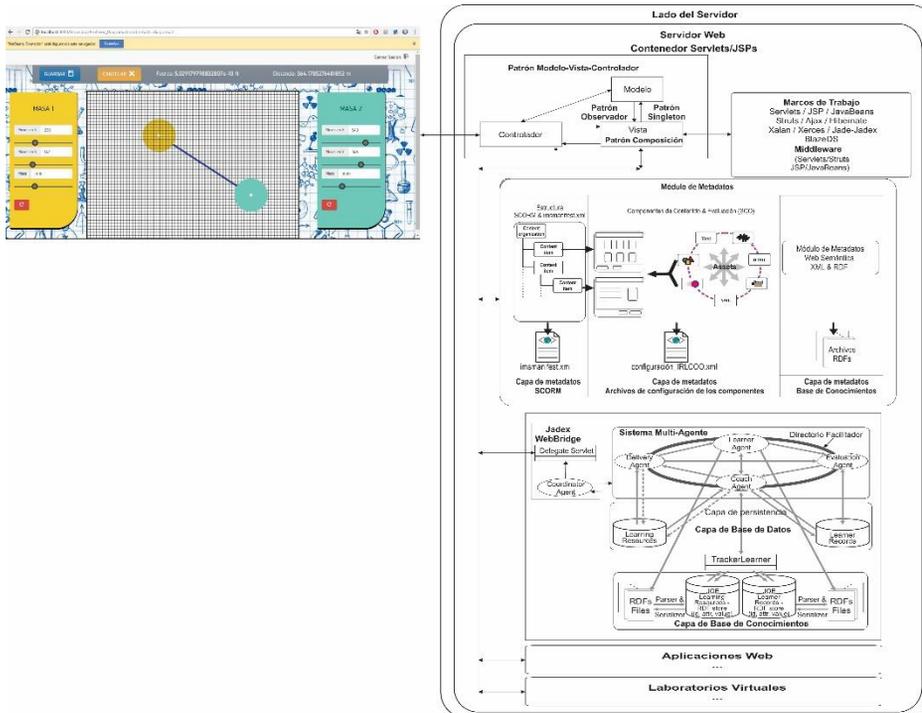


Fig. 2. Arquitectura Servidor de la propuesta para LV bajo el paradigma de Educación Basada en Web de la propuesta.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Los LT son un excelente espacio para que los estudiantes puedan obtener experiencias enriquecedoras, y son complementos importantes en los sistemas escolarizados tradicionales, pero estos tienen limitaciones que se han mencionado a lo largo de la propuesta, además de requerir de profesores especializados, espacios físicos, una calendarización de tiempos, limitación de horarios de acceso, etc. Por todo lo anterior se ve que hay una necesidad de formas innovadoras de mejorar las habilidades prácticas de los estudiantes, para mejorar las habilidades de los estudiantes en la resolución de problemas lo más cercanos a la realidad. Es ahí donde entran los denominados LV como una alternativa innovadora importante. Las primera versiones de los LV que desarrollamos estaban basadas en la plataforma Flash de Adobe anteriormente Macromedia, la propuesta ha mostrado la migración que hemos tenido que realizar debido a que el plug-in denominado Flash Player se descontinuara en el año 2020, teniendo que replantear propuestas anteriores que utilizaban dicho plug-in, moviéndonos a estándares Web ampliamente aceptados, debido a la eliminación de la dependencia de contexto antes mencionada, es importante mencionar que la propuesta ya no depende del Flash Player de Adobe, y ha ganado en interoperabilidad con otras plataformas de software/hardware.

La propuesta muestra el desarrollo de componentes para construir LV innovadores basado en el modelo de componentes de software, que busca desarrollar LV multimedia interactivos basados en estándares Web, haciendo una migración de tecnologías propietarias hacia estándares Web abiertos, el desarrollo de componentes para los LV es complejo como se muestra en la presente propuesta, para un profesor promedio desarrollar un LV es una labor colosal, las instituciones tienen mucho trabajo para conformar equipos multidisciplinarios, para desarrollar LV, sin caer en la tentación de buscar resultados inmediatos, sin tener una visión de mediano y largo plazo, además de evitar caer en el desarrollo de LV donde el alumno se convierta en un simple espectador. La utilización de Hibernate prepara la migración de una base de datos a otra en caso de ser necesario para la propuesta, la lógica de negocios utiliza un modelo orientado objetos, lo que facilita su mantenimiento a lo largo de la vida del proyecto. La propuesta uso el patrón MVC maximizando la reutilización de las partes del proyecto, y mejora el mantenimiento de la aplicación a lo largo de su vida.

Agradecimientos. Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) por su apoyo para este trabajo dentro del proyecto SIP: 20172148 y 20171418 y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y estudiantes que participaron en el diseño y desarrollo del curso descrito en este artículo.

Referencias

- [1] Andreessen, Marc; Bina, Eric, "NCSA Mosaic: A Global Hypermedia System". Internet Research (Bingley, U.K.: Emerald Group Publishing Limited) 4 (1): 7–17.
- [2] J. Bernal, Web 2.0 and Social Networking for the Enterprise: Guidelines and Examples for Implementation and Management Within Your Organization. IBM Press Pearson plc, 2010.
- [3] W3C, URL: <http://www.w3.org/>.
- [4] Advanced Distributed Learning Initiative, URL: <http://www.adlnet.org>.
- [5] Global IMS Learning Consortium, URL: <http://www.imsproject.org/>.
- [6] Rubén Peredo Valderrama, Iván Peredo Valderrama: Patrones de diseño de software en el desarrollo de materiales educativos bidireccionales bajo el paradigma de EBW. CNCIIC-ANIEI 2012.
- [7] Peredo, R., Balladares, L., Sheremetov, L.: Development of intelligent reusable learning objects for Web-based education systems. Expert Systems with Applications. 28(2). (2005) 273-283.
- [8] Canales, A., Peña, A., Peredo, R., Sossa, H., Gutiérrez, A.: Adaptive and intelligent Web based education system: Towards an integral architecture and framework. Expert Systems with Applications. 33(4). (2007) 1076-1089.
- [9] Peredo, R., et al. Intelligent Web-based education system for adaptive learning. Expert Systems with Applications (2011), doi:10.1016/j.ESWA.2011.05.013.
- [10] Rubén Peredo Valderrama, Alejandro Canales Cruz, Adriana N. Ramírez Salazar, Juan Carlos Caravantes Ramírez: Personalized knowledge management in environments of Web-based education. International Journal of Information Technology & Decision Making. Vol. 12, No. 2 (2013) 277-307.
- [11] IEEE 1484.1/D9 LTSA: Draft Standard for Learning Technology - Learning Technology Systems Architecture (LTSA). New York, USA (2001). URL: <http://ieeeltsc.org/wg1>.
- [12] L. Rosado y J.R. Herreros, Laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física y materias afines, Didáctica de la Física y sus nuevas Tendencias, Madrid, UNED, pp. 415 - 603, 2002.
- [13] L. Rosado y J.R. Herreros, Internet y Multimedia en Didáctica e Investigación de la Física. Tratado teórico - práctico para profesores y doctorandos, Madrid, UNED, 2004.
- [14] L. Gil, E. Blanco y J.M. Aulí, Software educativo orientado a la experimentación, I Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación, Barcelona, Spain, Universidad de Barcelona, 2000, pp. 118.
- [15] O. Boix, S. Fillet y J. Bergas, Nuevas posibilidades en laboratorios remotos de enseñanzas técnicas. Congreso Virtual CIVE 2002, URL: <http://www.cibereduca.com/cive/ponencias>.
- [16] F.J. González - Castaño et al, Internet access to real equipment at computer architecture laboratories using the Java / CORBA paradigm, Computers & Education, 36(2), pp. 151 - 170 (2001).
- [17] A. Etxebarria, I. Oleagordia, y M. Sánchez, M, Laboratorio de Electrónica Analógica controlado por instrumentos virtuales local o remotamente, Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación: SAAEI, Matanzas (Cuba), 2001, pp. 19.
- [18] American Chemical Society, URL: <http://www.acs.org/>
- [19] Encarta, URL: <http://www.microsoft.com>
- [20] Material para Alumnos | Coordinación General @prende.mx | Gobierno | gob.mx, URL: <https://www.gob.mx/aprendemx>
- [21] Tesis de Maestría, Juan Carlos Caravantes Ramírez, "Laboratorio virtual de programación java en línea para educación basada en Web", CIC-IPN, 2009.
- [22] HTML 5, URL: <https://www.w3.org/TR/html5/>
- [23] Adobe anuncia la muerte de Flash, URL: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/techbit/2017/07/26/adobe-anuncia-la-muerte-de-flash>
- [24] Welcome to the Apache Struts project, URL: <https://struts.apache.org/>.
- [25] RDF specification, URL: <http://www.w3.org/RDF/>.
- [26] Jena, URL: <http://jena.apache.org/>.

Instrumentación de una red de sensores para el Internet de las cosas

Raymundo Buenrostro-Mariscal¹, Josué Avalos Rocha¹, Juan Contreras Castillo¹, Antonio Guerrero Ibáñez¹ y Osva A. Montesinos-López¹

¹ Universidad de Colima, Facultad de Telemática- Av. Universidad #333, 28040, Colima, Col. México
raymundo, josue, juancont, antonio_guerrero@ucol.mx

Resumen. Bajo el concepto del Internet de las Cosas (IoT) se espera que miles de objetos estén conectados entre sí y con las personas en una red mundial. Sin embargo, su materialización práctica debe superar varios retos, entre ellos está la integración tecnológica, la cual define qué tecnologías deben incluir la solución IoT y cómo integrarlas de forma real. En este trabajo, presentamos una propuesta tecnológica de bajo costo para instrumentar una red para IoT. En particular, se destacan los aspectos técnicos de la interconexión de la tecnología IEEE 802.15.4, para la red inalámbrica de sensores (WSNs), con la nube de Internet, para el despliegue de datos y la administración de los objetos. Se probaron diferentes configuraciones y al final se presentan los resultados que mejor desempeño alcanzaron.

Abstract. In the Internet of Things (IoT) concept, thousands of objects are expected to connect with each other and with people on a worldwide network. However, for its practical materialization must overcome several challenges, among them is the technology integration, which defines the technologies that should be included in the IoT solution and how to integrate them in a real way. In this paper, we present a low-cost technological proposal to implement a network for IoT. In particular, we focus on the technical aspects of the interconnection of IEEE 802.15.4 technology, for the wireless sensor network (WSNs), with the Internet cloud, for the manipulation of data and the administration of the objects. Different configurations were tested and in the end, we presented the results that better performance achieved.

Keywords: WSN, Internet de las Cosas, IEEE 802.15.4.

1 Introducción

El concepto de Internet de las Cosas (IoT, Internet of Things) prevé que miles de objetos estarán equipados con diferentes tecnologías de cómputo que los harán capaces de interactuar entre sí y con las personas para constituir una gran red mundial de objetos a través de Internet [1] [2]. Los efectos esperados serán visibles en el campo de la domótica, vida asistida, educación, vigilancia, automatización de vehículos, cuidado de la salud, monitoreo ambiental, entre otros [3]. Sin embargo, desarrollar este concepto en el mundo real implica resolver varios retos sociales, económicos y tecnológicos. Al respecto de este último, es necesario definir qué tecnologías deben incluirse en la solución tecnológica y cómo éstas deben ser integradas para crear una arquitectura de red adecuada para el IoT. Por ejemplo, la arquitectura debe contar con tecnologías de identificación, monitoreo, transmisión de datos, capaz de interconectarse a la red de Internet y contar con el software necesario para el despliegue de la información recolectada y la gestión de los objetos de forma remota. Actualmente, ninguna solución de red conocida puede cubrir por sí sola las exigencias de esta arquitectura de red [4] [5]. Por ejemplo, la arquitectura actual de Internet fue creada bajo el concepto del “sobre-provisionamiento”, es decir construida con dispositivos de mayores capacidades de cómputo y de comunicaciones que las demandadas por las aplicaciones. Sin embargo, la mayoría de los dispositivos que se vislumbran en IoT no se espera que cuenten con grandes capacidades. Por otro lado, están las redes inalámbricas de sensores (WSN, wireless sensor networks), que por definición, están constituidas por dispositivos de bajo costo, habilitados con tecnologías de sensores y de radiocomunicación para soportar un gran rango de aplicaciones de monitorización [6][7].

Así, los objetos en cada sitio podrían ser interconectados perfectamente en una WSN y cumplir, en parte, con lo dispuesto en el concepto de IoT. Sin embargo, las WSNs se han abordado, en su mayoría, de forma independiente de Internet; lo cual implica nuevas responsabilidades que no han sido totalmente abordadas en las WSNs. En conclusión, estas opciones, por sí solas no son una solución adecuada para el IoT [4][8][9]. Si bien, la integración de ambas redes puede ser una opción viable, esta interacción plantea nuevos retos que deben ser estudiados antes, preferentemente desde un plano de implementación real.

En este trabajo se presenta una propuesta de integración tecnológica como solución de una arquitectura de red para IoT. Esta fue resultado de diferentes configuraciones probadas en plataformas reales con dispositivos electrónicos, que utilizan el estándar IEEE 802.15.4 y el IEEE 802.11, y una aplicación que permite la integración a Internet.

2 Trabajos Relacionados

Los autores revisados consideran que existen tres principales propuestas de interconexión, que difieren en el grado de integración de las WSNs al Internet [5] [8][9][10]. La primera consiste de la conexión independiente de la WSN y el Internet mediante un dispositivo intermedio o “Gateway”; éste permite adecuar los protocolos de comunicaciones usados en la red de sensores y los de Internet (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.a**). La segunda tiene un mayor grado de integración, ya que la WSN cuenta con nodos especiales que se conectan a múltiples dispositivos Gateways para conectarse a Internet (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.b**). La tercera está inspirada en las redes inalámbricas WiFi, donde los objetos de la red se conectan a un nodo especial, con funciones de Gateway, dentro de la WSN para su conexión a Internet (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.c**) [9]. Analizando estas propuestas, es claro que la primera presenta un punto de falla crítico, debido a la exclusividad de la conexión por un sólo Gateway. Por el contrario, si se tienen múltiples Gateways y puntos de acceso (propuesta 2 y 3) mejora la robustez y eficiencia de la red. Lo anterior puede conducir a preferir estas dos últimas soluciones; sin embargo, su construcción puede ser compleja y costosa, sobre todo en redes con alta densidad de objetos. El primer enfoque es actualmente el más utilizado, debido a que presenta el más alto nivel de abstracción entre ambas redes y el diseño menos complejo [5][8][9]. Sin embargo, son pocos los trabajos que lo han demostrado de forma real; de aquí el interés del presente trabajo.

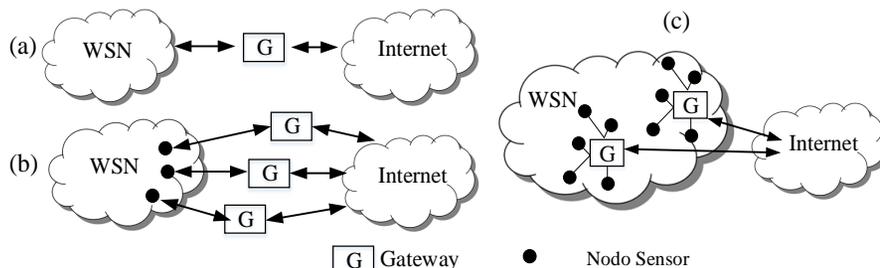


Fig. 4. Modelos de conectividad de los nodos de la WSN a Internet [9].

3 Propuesta de la Arquitectura de Red para el IoT

En esta sección describimos una implementación práctica de solución que incluye un escenario común de aplicación, los estándares de redes actuales y un modelo de interacción con la nube de Internet. La Fig. 5 presenta la arquitectura de red propuesta, la cual está formada por tres niveles. El primero, lo constituye una red WSN; el segundo nivel lo ocupa un Gateway que permite la interconexión física hacia la red Internet; y el tercer nivel corresponde a una aplicación montada en Internet.

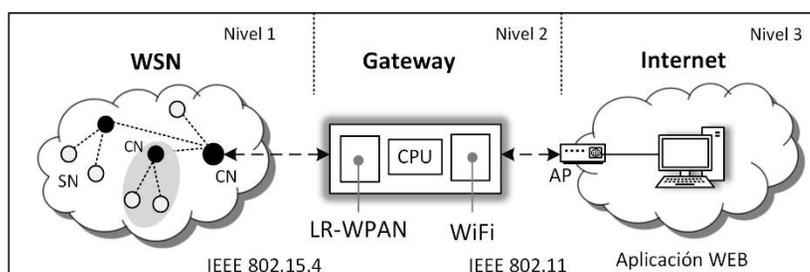


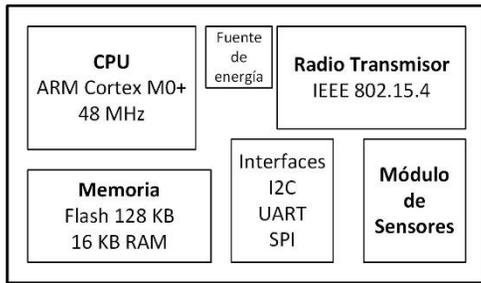
Fig. 5. Arquitectura de red para el modelo de interconexión de IoT.

3.1. Escenario de aplicación del caso de estudio

El escenario de aplicación seleccionado engloba la mayoría de las soluciones revisadas en la literatura. Se propone un escenario para “espacios interiores”, donde éstos pueden ser una casa habitación, hospitales, oficinas, o cualquier espacio que considere situaciones de una mediana cobertura de red (de 10 a 25 mts. cuadrados). Los espacios consideran nodos sensores fijos instalados en lugares estratégicos para recolectar datos de interés y enviarlos hasta el nodo “Gateway”. Este a su vez prepara los datos para su integración a Internet, donde se encuentra un equipo central de procesamiento de datos como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

3.2. Solución de la WSN

La WSN tiene una topología de red basada en clústers distribuidos en todo el espacio y conectados al dispositivo a un final y de éste al Gateway. Los clústers lo forman los nodos sensores (SN) conectados a un nodo coordinador (CN) en un arreglo de topología estrella. Los SNs están destinados a la monitorización inteligente de información, mientras que los CNS funcionan como punto de acceso y controlan la operación del clúster. La construcción de la WSN fue mediante dispositivos inalámbricos que cumplen el estándar IEEE 802.15.4, en la banda de frecuencia 2.4 GHz, y una tasa de transmisión de 250 Kbps. Además, los nodos SN y CN utilizan el protocolo CSMA/CA como mecanismo de acceso al medio inalámbrico. La Fig. 6a muestra el diseño esquemático de los módulos que integran los SNs (o CNs); y la Fig. 6b muestran las placas de hardware utilizadas para cubrir lo dispuesto en el esquemático. En general, cuentan con 3 módulos principales: sensores, radio transmisor IEEE 802.15.4 (hardware Xbee S2C) y la unidad central de procesamiento (ATMEGA 1284P). La única diferencia entre ambos nodos, Fig. 6b, es que los nodos CNs no cuentan con el módulo de sensores y éstos tienen una antena externa tipo dipolo de mayor ganancia (2dBi). Esta selección fue resultado del análisis del estado del arte, las necesidades de un entorno IoT y las diferentes pruebas realizadas.



(a)

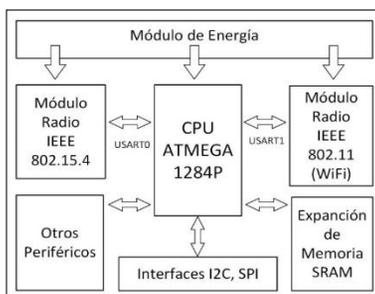


(b)

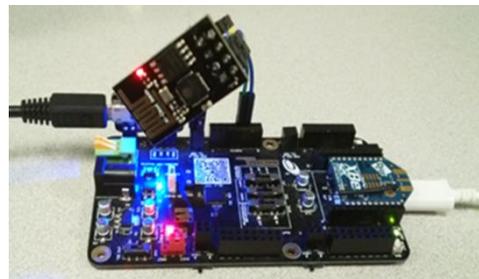
Fig. 6 Diagrama y placa de los nodos SNs y CNs.

3.3. Solución del Gateway

El segundo nivel de la arquitectura lo cubre el dispositivo Gateway, el mayor reto tecnológico de la solución. El Gateway permite la interconexión de diferentes tipos de redes para intercambiar datos entre ellas; en este caso, éste puede recibir (o enviar) datos desde la WSN (red IEEE 802.15.4) y enviarlos (o recibirlos) a la red IEEE 802.11 (WiFi) para llevarlos a la aplicación en Internet. El Gateway tiene varias funciones, entre ellas están la conversión de protocolos de red, armado y reenvío de tramas de control y de datos, almacenamiento temporal de tramas, servicios de direccionamiento IP, entre otros. La Fig. 7a muestra el diseño esquemático de los módulos que lo integran, y la Fig. 7b muestra las placas de hardware utilizadas para su implementación. En general, la propuesta cuenta con 4 módulos: 2 módulos de radio comunicación, una unidad de memoria y una unidad central de procesamiento. La placa de hardware base es la tarjeta Nomada Advance, que integra un CPU (ATMEL modelo Atmega1284P de 32 bits), una unidad de memoria (128 KB de Flash y 4 KB de EEPROM), múltiples puertos de interconexión (2 canales USART, I2C, SPI), varios medios de alimentación eléctrica y una base para su programación. La red IEEE 802.15.4 fue cubierta por el hardware de radio Xbee S2C de la marca DIGI, conectado al puerto serie USART0 de la placa Nomada (Fig. 7b). Además, la solución incluye el módulo de hardware ESP8266-01 (de la compañía Espressif) conectado a la placa Nomada mediante el puerto serial USART1, que fue seleccionado para crear la conexión a Internet. La placa ESP8266-01 es uno de los chips WiFi más usados de la industria, ésta tiene un radio en la banda de los 2.4 GHz que cumple con el estándar IEEE 802.11 y con las recomendaciones de la WiFi Alliance. El diseño del Gateway busca tener independencia del tipo de red, por ello su base de procesamiento es independiente de las placas que implementan los 2 tipos de red.



(a)



(b)

Fig. 7 Diagrama y placa del dispositivo Gateway.

3.4. Solución de la aplicación de despliegue y gestión de los datos

El sistema cubre el nivel tres (Cloud) de la arquitectura IoT (Fig. 5), con él se almacenan, distribuyen y controlan los datos recolectados de la WSN; con el objetivo de llevar la información al personal especializado para su posterior análisis. El sistema consta de cuatro módulos: un Middleware, programado en C#, que se encarga de establecer comunicación bidireccional de datos entre la WSN

e Internet utilizando “Sockets TCP/IP”. Los datos recibidos de la WSN son almacenados en una base de datos diseñada en SQL Server. Para manejar los datos almacenados y crear mensajes asincrónicos se diseñó un Servicio Web creado bajo la arquitectura Windows Communication Foundation (WCF). Una aplicación Web para el despliegue y manipulación final de los datos recolectados, esta aplicación está diseñada en ASP.Net bajo una arquitectura Modelo Vista controlador (MVC) e instalada en un servidor IIS. El modelo de operación general del sistema, para la manipulación de datos, se centra en la aplicación WEB. Esta consta de dos tipos de usuario, Registrado y Administrador; el usuario “Registrado” puede ver la operación de su WSN, modificar el tiempo de envío de datos de cada SN, establecer la prioridad de los datos, entre otras variables que puede ajustar. El usuario administrador es el responsable de asignar las WSN, conectadas al sistema, a los usuarios tipo “Registrado”. El Administrador es el único que puede modificar parámetros específicos de configuración de red; por ejemplo, configurar los mecanismos de comunicación de los radios, modificar valores del mecanismo de acceso al medio de red (CSMA/CA), establecer el tipo de bufer del nodo (FIFO, LIFO o por prioridad), obtener estadísticas de conexión, entre otras funciones que le permiten tener un control total de la red.

4 Evaluación de la Propuesta

En esta sección se presentan los resultados experimentales de la fase final de las pruebas. El objetivo del experimento consistió en evaluar la operación global de la arquitectura de red propuesta; mediante el envío de datos desde los nodos sensores (SN) hasta la aplicación WEB en Internet. Para la evaluación se utilizó el escenario de la Fig. 8, que representa un espacio de interiores tipo casa habitación de 10 x 5 mts. Se programaron 6 nodos sensores (SNs) en el clúster para que enviarán 100 paquetes (15Bytes) cada uno de forma simultánea, a una tasa de transmisión de 2 paquetes por segundo (el SN envía un paquete cada 500 msec). Los SNs, además, envían los paquetes sin utilizar la función de reconocimiento de capa MAC del IEEE 802.15.4. Las métricas seleccionadas son: *eficiencia de la red* (E_r), en términos de paquetes entregados, a la aplicación WEB, en relación al total de paquetes emitidos por todos los nodos de la red; y el *retardo promedio de transmisión* de paquetes (R_t) extremo a extremo, desde el SN hasta la aplicación WEB. Para obtener los resultados, se creó una aplicación en el servidor WEB, la cual registra el arribo, el tiempo y el origen de cada paquete. El resultado se envía a una hoja de cálculo para su procesamiento final.

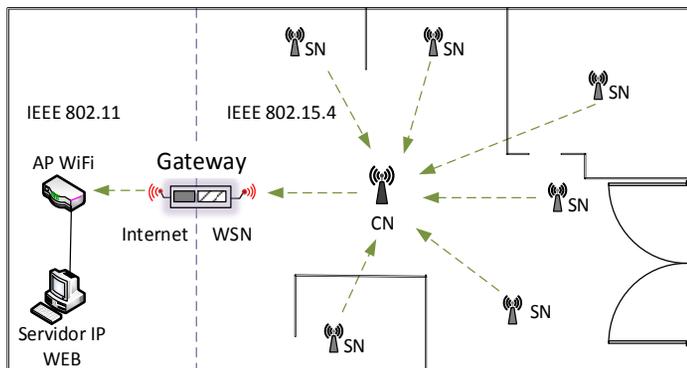


Fig. 8 Escenario usado en las pruebas.

4.1. Análisis de resultados

La Fig. 9 muestra el retardo de transmisión de paquetes extremo a extremo, de un SN seleccionado al azar, en promedio se alcanzó un retardo de 515 milisegundos (ms). Ahora bien, considerando que los nodos transmiten a una tasa de 500 ms, entonces, el retardo efectivo R_t para que un paquete llegue del nodo a la aplicación WEB es de 15ms. El valor R_t obtenido por la prueba, es bajo comparado con la cantidad de nodos en el clúster, el viaje de los paquetes salto por salto y el cambio de tecnologías de red. Los 3 picos de R_t , que

se muestran en la Fig. 9, corresponde a la pérdida de paquetes del nodo en estudio; ya que se mide el retardo restando el tiempo de arribo del paquete actual con el anterior.

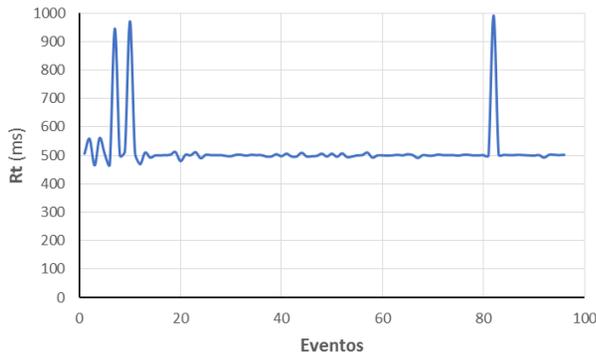


Fig. 9 Retardo promedio de transmisión de paquetes (Rt)

Al respecto del resultado obtenido para la métrica de eficiencia de la red (E_r), ésta alcanzó un 97% de eficiencia; ya que de los 600 paquetes enviados por la WSN sólo llegaron 584. El resultado corresponde a un promedio de 10 repeticiones del experimento con las mismas condiciones. Esto nos dice que la operación de la red presenta un alto desempeño, al perder sólo el 3% de paquetes transmitidos y considerando que los 6 nodos transmiten 2 paquetes por segundo de forma simultánea.

En resumen la eficiencia alcanzada en las métricas muestra que la solución propuesta, primero funciona adecuadamente y segundo tiene un buen desempeño en la transmisión de datos de extremo a extremo.

5 Conclusiones del Trabajo

Los resultados obtenidos en la experimentación demostraron que la integración de los estándares IEEE 802.15.4 y IEEE 802.11, mediante el dispositivo Gateway, fue óptima. La interferencia de los radios en la misma banda de frecuencia no afectó su operación, la cantidad de paquetes perdidos fue mínima (3%) y el tiempo de traspaso entre ambas tecnologías fue poco significativo (a penas 15 ms). Además, esta arquitectura presenta un diseño compacto, simple y rentable; ya que los dispositivos utilizados son de bajo costo, bajo mantenimiento y óptimos en el uso de la energía. Por ello, esta arquitectura de red propuesta es posible para una arquitectura IoT. Para el trabajo futuro, prevemos la evaluación de un escenario con mayor cantidad de nodos que incluyan sensores de diferentes tipos, para saber los límites de operación de la arquitectura de red.

Referencias

- [1] S. Kraijak and P. Tuwanut, "A survey on internet of things architecture, protocols, possible applications, security, privacy, real-world implementation and future trends," in *International Conference on Communication Technology Proceedings, ICCT*, 2016, vol. 2016–Febru, pp. 26–31.
- [2] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, Feb. 2014.
- [3] S. M. R. Islam, D. Kwak, M. H. Kabir, M. Hossain, and K. S. Kwak, "The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey," *IEEE Access*, vol. 3, pp. 678–708, 2015.

- [4] L. Atzori, A. Lera, and G. Morabito, "Internet of Things: A Survey," *Comput. Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [5] R. Fantacci, T. Pecorella, R. Viti, and C. Carlini, "A network architecture solution for efficient IOT WSN backhauling: Challenges and opportunities," *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 21, no. 4, pp. 113–119, 2014.
- [6] IEEE, *IEEE 802.15.4 - IEEE Standard for Local and metropolitan area networks - Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*, vol. 2011, no. September. 2011.
- [7] R. Buenrostro-Mariscal, M. Cosio-Leon, J. I. Nieto-Hipolito, J. A. Guerrero-Ibanez, M. Vazquez-Briseno, and J. D. D. Sanchez-Lopez, "WSN-HaDaS: A cross-layer handoff management protocol for wireless sensor networks, a practical approach to mobility," *IEICE Trans. Commun.*, 2015.
- [8] C. Alcaraz, P. Najera, J. Lopez, and R. Roman, "Wireless Sensor Networks and the Internet of Things : Do We Need a Complete Integration ?," *1st Int. Work. Secur. Internet Things*, no. June 2015, pp. 1–8, 2010.
- [9] D. Christin, A. Reinhardt, P. S. Mogre, and R. Steinmetz, "Wireless Sensor Networks and the Internet of Things : Selected Challenges," *Struct. Heal. Monit.*, vol. 5970, pp. 31–33, 2009.
- [10] L. Catarinucci *et al.*, "An IoT-Aware Architecture for Smart Healthcare Systems," *IEEE Internet Things J.*, vol. 2, no. 6, pp. 515–526, 2015.

Arquitectura de Software para Redes Inalámbricas de Sensores Aplicadas a la Agricultura de Precisión

Juan Contreras-Castillo ¹, Juan Antonio Guerrero Ibáñez², Ma. Guadalupe Rivera-Gutiérrez ³, y Raymundo Buenrostro-Mariscal ⁴

^{1,2,4} Facultad de Telemática - Universidad de Colima, Av. Universidad 333, Colonia Las Víboras, Colima, 28040. México

³ Innova Thing S.A. de C.V., Quetzales 1225, Colonia Residencial Santa Bárbara, Colima, 28017, México.

juancont@ucol.mx¹, antonio_guerrero@ucol.mx², guadalupe.rivera@innovathing.com.mx³, raymundo@ucol.mx⁴

Resumen. La tecnología se ha convertido en un pilar fundamental dentro de diferentes áreas de producción. Dentro de la agricultura se ha tenido un fuerte impulso por parte de los investigadores. Las redes de sensores y su integración con el cómputo en la nube han facilitado la recolección, procesamiento y análisis de datos que reflejan las condiciones de los campos de cultivos. En este artículo se propone una plataforma en software que sirve como asistente a los agricultores para el monitoreo de variables físicas de las condiciones de áreas de cultivo que faciliten la toma de decisiones y contribuyan a incrementar la productividad agrícola. Los resultados obtenidos mediante pruebas en campo muestran el funcionamiento efectivo de la plataforma para la administración de áreas de cultivo mediante la recolección de datos de condiciones del campo en tiempo real y la integración de la plataforma en la toma de decisiones.

Keywords: agricultura de precisión, sensores, invernaderos, cómputo en la nube.

1 Introducción

La población mundial está incrementándose a pasos descontrolables. Un reporte de las Naciones Unidas muestra que la población mundial creció alrededor de 2.5 billones de personas en los últimos treinta años [1]. Este incremento ha disparado la demanda por una mayor producción agrícola. No obstante, los modelos tradicionales utilizados en la agricultura no pueden satisfacer las demandas actuales ya que carecen de herramientas que les permitan conocer en tiempo real información de las condiciones del campo y el ambiente que sustente la toma de decisiones para mejorar la producción.

Aunque la agricultura genera mucha de la comida necesaria, también consume mucha del agua disponible en la tierra. Es necesario un cambio significativo para satisfacer las demandas actuales. Existe la necesidad de crear mecanismos o soluciones que generen un balance entre la producción agrícola y la optimización de los recursos utilizados (agua, fertilizante, entre otros), contribuyendo a una producción sustentable.

La aplicación de la tecnología representa una amplia oportunidad para mejorar el desarrollo agrícola. Esta integración de la tecnología a la agricultura ha creado el concepto de agricultura de precisión. La agricultura de precisión hace referencia a la gestión de parcelas agrícolas o invernaderos mediante la monitorización, el procesamiento y la actuación de la variabilidad inter e intra-cultivo que favorezcan la producción [2]. Dentro de los beneficios que ofrece la agricultura de precisión tenemos la optimización de recursos (agua, fertilizantes, entre otros), contribuye a generar productos más saludables y proporciona herramientas que permiten combatir enfermedades epidémicas a través de la aplicación exacta de fertilizantes y fungicidas [3].

En este trabajo se propone una plataforma en software que apoye en la recolección y análisis de datos aplicada a campos de cultivo e invernaderos. El resto del trabajo está organizado de la siguiente forma: en la sección 2 se realiza un breve estado del arte de uso de la tecnología en la agricultura. La sección 3 describe a detalle la plataforma propuesta. La sección 4 explica las pruebas de laboratorio realizadas y finalmente en la sección 5 se muestran las conclusiones y trabajos futuros.

2 Trabajos relacionados

El área tecnológica se ha aplicado en diferentes sectores de desarrollo. Dentro de la agricultura se han realizado diferentes esfuerzos los cuales han sido publicados dentro de la literatura, estos trabajos se han centrado en el desarrollo de aplicaciones para control y automatización de monitoreo de variables físicas dentro de la agricultura de precisión [4-6]. Otros trabajos se enfocan en el control de consumo de agua usando tecnologías celulares y servicios en la nube [7-9].

La mayoría de esas aplicaciones utilizan sistemas propietarios para generar y procesar enormes cantidades de información, enfocándose en minimizar los riesgos de producción mediante el uso de redes inalámbricas de sensores para monitorear y estudiar en tiempo real la variabilidad de los impactos ambientales [10-11].

Si bien es cierto que la tecnología ayudará a mejorar la producción, no será el único factor que influya en la agricultura moderna. La clave para una transición suave hacia una agricultura sustentable no solamente requerirá la colaboración de tecnología, agricultores, industrias, instituciones financieras, entre otros. De acuerdo a Perc y compañía esta colaboración resolvería conflictos y reduciría deficiencias para promover el desarrollo sustentable [12].

3 Descripción de la Propuesta

Si bien el presente trabajo es parte de un proyecto global que está siendo desarrollado actualmente en colaboración con la empresa Innova Thing S.A. de C.V., en este artículo solamente nos centraremos en la plataforma de visualización, aunque si explicaremos en forma general el proyecto completo.

3.1 Arquitectura.

La propuesta general define una arquitectura como la que se muestra en la figura 1. Se tienen 4 capas dentro de la arquitectura: La capa de recolección está formada por la red de sensores responsable de recolectar los datos correspondientes a las diferentes variables físicas de los sensores colocados en los diferentes dispositivos. La capa de comunicación está a cargo de centralizar los diferentes datos recopilados por la red de

sensores y transmitirla mediante red celular a los servidores en la nube. La capa de análisis procesa los datos y se encarga de analizarlos con el objetivo de detectar anomalías en las diferentes variables físicas, activando el proceso de notificación a los agricultores para detectar problemas que pudieran poner en riesgo la producción. Finalmente, la capa de administración sirve de interfaz para el usuario final, dentro la cual el agricultor puede consultar y activar los diferentes sistemas de control (sistema de riego, de fertilización, entre otros).

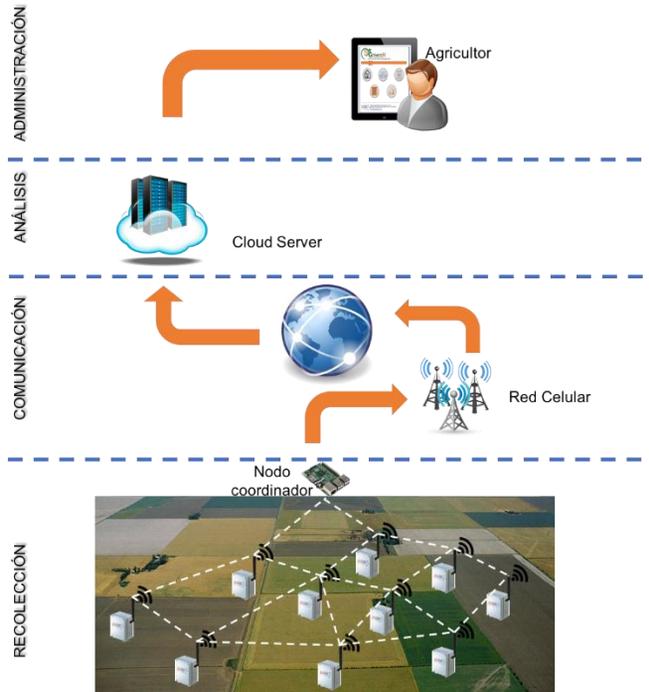


Fig. 1. ejemplificación de escenario de aplicación.

3.2 Servidor Cloud.

El servidor Cloud es responsable de administrar todas las acciones que se ejecutan con base en un análisis de los datos recolectados por los nodos sensores. El servidor ofrece varios servicios entre los que podemos mencionar: i) almacenamiento de la información, ii) análisis de la información, iii) visualización de los datos procesados y iv) realiza una interfaz de programa (API) para que el usuario final pueda tener acceso a la información. La figura 2 muestra los componentes del servidor de la nube.

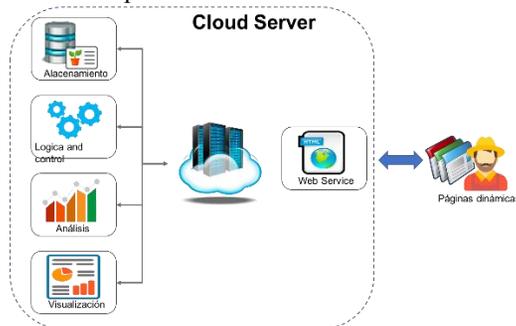


Fig. 2. Estructura de servidor Cloud.

3.3 Interfaz web.

La interfaz de usuario fue desarrollada mediante un sistema web basado en diseño responsable para ser visualizado en forma correcta desde cualquier dispositivo móvil. La programación se realizó con *PHP*, *HTML5* y *CSS*. El manejador de bases de datos fue *MySQL Server*.

El control de acceso al sistema se realiza mediante nombre de usuario y contraseña y cuenta con las siguientes opciones, las cuales son habilitadas de acuerdo a donde se implementa la plataforma tecnológica (invernadero o campo de cultivo):

- a) Control de naves: Es donde se van agregando las diferentes naves (para el caso de invernaderos) o áreas de cultivo (para el caso de los campos), dentro de las cuales se registran todos los nodos sensores que fueron implementados para esa área, así como también acceder a los datos recolectados en tiempo real.
- b) Sistemas de riego: Dentro de esta opción, se controlan los sistemas de riego, permitiendo al usuario programar su encendido o dejarle al sistema que lo controle con base en los datos recolectados por los sensores.
- c) Sistema de fertilización: Esta opción facilita la administración de la aplicación de fertilizantes mediante la activación manual, programación temporizada o en forma automática a través de la plataforma de acuerdo a las condiciones del suelo.
- d) Estadísticas: Permite visualizar la información histórica del comportamiento del área de cultivo o invernadero mediante el uso de gráficos.
- e) Control de cortinas: Esta opción se activa solamente para invernaderos y permite controlar en forma automática o manual las cortinillas de la nave para prohibir o permitir el paso de la luz de sol al área de cultivo.

4 Resultados Preliminares

Con la idea de analizar el desempeño de la plataforma en software se realizaron pruebas en campo con un total de 10 nodos que se distribuyeron a través del campus central de la Universidad de Colima (figura 3a) y se realizó la recolección de datos por un tiempo estimado de 5 horas. El objetivo era probar el registro de los nodos sensores y el tiempo de monitoreo, así como también la activación de alertas para notificar al usuario final sobre cualquier anomalía detectada. Los nodos que se utilizaron fueron proporcionados por la empresa InnoVA Thing (figura 3b).



Fig. 3. Esquema: a) de escenario de aplicación, b) nodo prototipo.

Dentro de las pruebas que se realizaron se recolectaron alrededor de 7,000 datos de los diferentes sensores que se colocaron dentro del campus universitario. Todos los datos fueron almacenados en

el servidor en la nube. La figura 4 presenta los datos recolectados durante el periodo de prueba a través de los gráficos (figura 4a) y los datos que se están leyendo en tiempo real (figura 4b).



Fig. 4. a) Gráfico de resultados, b) Presentación de datos en tiempo real.

La plataforma permite al usuario consultar los datos recolectados por los sensores en periodos de día, semana, mes y año, en cada apartado muestra el promedio de cada uno de los parámetros monitoreados. Además, los datos de tiempo de recolección de datos se pueden modificar en tiempo real de acuerdo a las necesidades del usuario.

5 Conclusiones y trabajo futuro

Las redes de sensores y la tecnología de cloud computing han marcado la pauta para el desarrollo de una gran cantidad de aplicaciones para el levantamiento y procesamiento de información relevantes en diferentes áreas de conocimiento. En este trabajo presentamos una plataforma en software para asistencia a agricultores que permita el monitoreo de variables físicas y contribuya a la toma de decisiones que mejore la productividad agrícola. La plataforma realiza el monitoreo y transmite toda la información a la nube para su almacenamiento, análisis y activación de alertas que mejoren la producción agrícola.

A través de la experimentación en campo se pudo constatar el funcionamiento eficiente de la plataforma en software, mostrando que la pérdida de datos durante la transmisión fue nula. El sistema demostró ser una herramienta que traerá una serie de beneficios a los agricultores tales como una reducción en el uso de los consumibles por medio de la aplicación exacta en los tiempos adecuados, con lo cual se puede decir que será una herramienta que contribuya a generar una producción más sustentable.

Como trabajo futuro, realizaremos un estudio que esté relacionado a la generación de una ventana de protección que nos permita activar situaciones de alarma en forma segura con el objetivo de enviar mensajes de alerta falsos.

Agradecimientos. Agradecemos a la empresa Innova Thing S.A. de C.V. por su soporte económico parcial del proyecto mediante la asignación de la beca a la alumna Mayra Yazmín Montiel Sandoval.

Referencias

- [1] Organización de las Naciones Unidas. *World Population Prospects, key findings & advance tables*. Informe técnico, New York, USA, 2017.
- [2] Y. Ge, J. A. Thomasson, and R. Sui, "Remote sensing of soil properties in precision agriculture: A review," *Frontiers Earth Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 229–238, 2011.
- [3] A. Khattab, A. Abdelgawad and K. Yelmarthi, "Design and implementation of a cloud-based IoT scheme for precision agriculture," 2016 28th International Conference on Microelectronics (ICM), Giza, 2016, pp. 201-204. doi: 10.1109/ICM.2016.7847850.
- [4] J.M. De la Rosa, M.R. Conesa, R. Domingo, E. Aguayo, N. Falagán, A. Pérez-Pastor. *Combined effects of deficit irrigation and crop level on early nectarine trees*. *Agricultural Water Management*. 170, 120–132, 2016.
- [5] J.A. López, H. Navarro, F. Soto, N. Pavón, J. Suardíaz, R. Torres. *GIA2: a multifunctional wireless device for enhancing crop management*. *Agricultural Water Management*. 151, pp. 75–86, 2015.
- [6] J. García Morillo, M. Martín, E. Camacho, J.A. Rodríguez Díaz, P. Montesinos. *Toward precision irrigation for intensive strawberry cultivation*. *Agricultural Water Management*. 151, pp. 43–51, 2015.
- [7] A. N. Harun, M. R. M. Kassim, I. Mat, S. S. Ramli. *Precision irrigation using Wireless Sensor Network*. 2015 International Conference on Smart Sensors and Application (ICSSA), Kuala Lumpur, 2015, pp. 71-75, 2015.

- [8] H. Navarro-Hellín, R. Torres-Sánchez, F. Soto-Valles, C. Albaladejo Pérez, J.A. López-Riquelme, R. Domingo-Miguel. *A wireless sensors architecture for efficient irrigation water management*. Journal of Agricultural Water Management, vol. 151, pp. 64-74, 2015.
- [9] V.V. Ram, H. Vishal, S. Dhanalakshmi, P. M. Vidya. *Regulation of water in agriculture field using Internet Of Things*. 2015 IEEE Technological Innovation in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR), Chennai, pp. 112-115, 2015.
- [10] A. Khoshroo, R. Mulwa, A. Emrouznejad, B. Arabi. *A non-parametric Data Envelopment Analysis approach for improving energy efficiency of grape production*, Energy, Volume 63, 15, pp 189-194, 2013.
- [11] D. Wu, D. Olson, J. Birge. *Risk management in cleaner production*. Journal of Cleaner Production, Volume 53, pp. 1-6, 2013.
- [12] M. Perc, J. Gómez-Gardeñes, A. Szolnoki, L. Floría, Y. Moreno. *Evolutionary dynamics of group interactions on structured populations: a review*. Journal of the Royal Society Interface, 2013.

Análisis inteligente del rendimiento académico de redes de estudiantes en un ambiente asistido de tutoría

Itzel B. Guerrero Alfaro, María Andrade-Aréchiga, JRG Pulido y Pedro Damián-Reyes¹

¹ Facultad de Telemática, Universidad de Colima, Av. Universidad 333, Colima, Col., 28040, México
{iguerrero1; mandrad; jrgp; damian}@ucol.mx

Resumen. En este artículo, se analiza el impacto de las redes de interacción de estudiantes en su rendimiento académico y en su motivación hacia el estudio, en el marco de un sistema de tutoría inteligente. Se realizó un análisis tanto cualitativo como cuantitativo, y se aplicó un análisis inteligente. También se obtuvieron correlaciones entre diversas variables. Los resultados indican que la influencia de las redes de interacción en el rendimiento académico de los estudiantes es alta. Además, se observó que los alumnos tienen actitudes positivas hacia la utilización del ambiente de tutoría inteligente.

Abstract. In this paper, we analyze the impact of the academic performance and motivation towards study of the students' interaction networks in the framework of an intelligent tutoring system. A qualitative and quantitative analysis was developed, and an intelligent analysis was applied. Also, correlations between several variables were obtained. Results indicate that the influence of interaction networks on the academic performance is high. Furthermore, it was observed that students have positive attitudes towards the use of the intelligent tutoring environment.

Palabras clave: Aprendizaje automático, redes de interacción, rendimiento académico, sistema de tutoría inteligente.

1 Introducción

Uno de los principales problemas con los que se enfrentan las Universidades hoy en día es el bajo rendimiento académico en los alumnos. Normalmente durante los primeros semestres, una gran parte del alumnado obtiene un promedio bajo, si no es que reprobatorio, por lo tanto en la mayoría de los casos, esto conlleva a la deserción estudiantil [1]. En este sentido se hicieron esfuerzos para desarrollar un ambiente de tutoría inteligente.

En esta investigación se analizan las redes de interacción de estudiantes, en el marco de un ambiente de tutoría inteligente, para determinar a través de métricas la influencia que tienen las redes de interacción en el rendimiento académico de los alumnos. Asimismo, determinar correlaciones entre las calificaciones de los alumnos tanto de forma individual como en grupo y mostrar técnicas que puedan favorecer dicho rendimiento.

2 Antecedentes

En la década de los 80's surgieron los llamados Sistemas de Tutoría Inteligente (STI). Se definen como un sistema de cómputo basado en inteligencia artificial que enseña el conocimiento, brinda asesoría e interactúa con el estudiante [2]. Internacionalmente, los STI han ayudado exitosamente a estudiantes de distintas áreas a mejorar su aprendizaje. Se ha observado que los STI son eficaces en la mejora del rendimiento académico de estudiantes de cualquier nivel escolar [3].

La reprobación y la deserción estudiantil son una de las principales preocupaciones que se presentan en las comunidades escolares, ya que debido a estas problemáticas la población estudiantil disminuye considerablemente conforme avanza el ciclo escolar [4]. Se dice que en México de cada 100 estudiantes que ingresan a las Instituciones de Educación Superior, solo 28 egresan y de éstos, sólo se titulan 23. Aproximadamente dos tercios de la población universitaria en México, deserta antes de concluir sus estudios [5].

Otro factor importante que influye de manera considerable en la reprobación y deserción estudiantil es el rendimiento académico, el cual representa el nivel de aprendizaje que puede alcanzar un estudiante, así como la habilidad que tiene el estudiante para completar los objetivos que son requeridos en las diferentes asignaturas. Existen diferentes causas que influyen en el rendimiento académico, [7] considera que corresponde a múltiples interacciones de muy diversos referentes como inteligencia, motivación, personalidad, actitudes, contextos, entre otros. [6] considera que las causas que influyen son: el género del alumno, el promedio obtenido en nivel bachillerato y el deseo de seguir estudiando a nivel posgrado.

El rendimiento académico según [6] representa el nivel de aprendizaje que puede alcanzar un estudiante, así como la habilidad que tiene el estudiante para completar los objetivos que son requeridos en las diferentes asignaturas, existen distintas causas que influyen en el rendimiento académico, a continuación se presentan algunos estudios referentes a dicho rendimiento.

En [4] se determinó que para los alumnos de primer año de licenciatura existe una gran relación entre el rendimiento académico, el nivel socioeconómico y los conocimientos matemáticos ya existentes en el alumno. Se determina que las relaciones sociales de los alumnos cambian constantemente e influyen de manera considerable en el rendimiento académico. También se menciona que dicho rendimiento es un factor importante, que puede llegar a determinar la culminación exitosa o el abandono de la carrera. Las técnicas que se utilizaron en ese estudio fueron las de minería de datos.

Se ha estudiado la influencia que tienen los compañeros de clase en sus calificaciones. En dicho trabajo se analizaron los hábitos de los estudiantes y se cuantificó cómo generan su desempeño académico [8]. Se concluyó que los compañeros de clase sí influyen en las calificaciones de los estudiantes.

Se ha investigado la relación en las conversaciones de tutoría entre compañeros de reunión que construyen relaciones a lo largo del tiempo y el aprendizaje de los estudiantes, de la misma manera propone un mecanismo para vincular estos factores [9]. También se menciona que los factores sociales como lo son la conducta y las relaciones juegan un papel importante en el aprendizaje. Se obtuvo como resultado que la relación y la adaptación juegan un papel importante y positivo en el aprendizaje.

Se ha analizado el impacto del ambiente en el aula en una clase de cómputo, donde es común que haya alumnos con un mayor dominio del tema que otros, lo cual puede ocasionar que estos últimos se sientan inseguros, no participen lo suficiente, y no logren sus objetivos de aprendizaje [10]. Como propuesta, se presenta un caso de estudio en el cual se crea un ambiente propicio en un salón de clases mediante técnicas de toma de turnos para que todos participen igual, usando las respuestas incorrectas para reforzar el aprendizaje, y solución de problemas en equipo. Los resultados obtenidos fueron buenos, mejorando sustancialmente la participación de todos los estudiantes y mejorando el aprendizaje, ya que los estudiantes reconocen las contribuciones de los demás, participan de manera equitativa, y aprenden unos de otros.

Como se ha observado en la revisión bibliográfica y de acuerdo con la investigación realizada por [11] sobre las redes académicas que se producen dentro de un aula, se determina que no existe literatura suficiente que aborde este tema. La mayoría de las investigaciones se centran en analizar las redes sociales y de amistad que se generan dentro de un salón de clase.

Actualmente se está implementando un STI en la Universidad de Colima, específicamente en la Facultad de Telemática, llamado Ambiente de Tutoría Inteligente, que tiene como objetivo reducir los índices actuales de reprobación y deserción estudiantil.

3 Metodología

En esta sección se describe brevemente el proceso que se llevó a cabo para medir el grado de intervención de las redes de interacción en el rendimiento académico.

3.1 Participantes

Los participantes que fueron estudiados en este proyecto son alumnos de la Facultad de Telemática. La población del caso de estudio se delimitó a los alumnos que participaron dentro del programa de ambiente de tutoría inteligente, de la generación 2016-2018, con un total de 129 estudiantes. La relación por grupo se presenta en la tabla 1.

Grupo	Carrera	Participantes
2ºA	Ing. en Telemática	16
2ºB	Ing. en Telemática	14
2ºD	Ing. de Software	17
2ºE	Ing. de Software	18
2ºG	Ing. en Telemática	16
2ºH	Ing. en Telemática	16
2ºJ	Ing. de Software	17
2ºK	Ing. de Software	15

Tabla 1. Distribución de los participantes en el estudio.

3.2 Recolección de datos

Se recolectaron datos a través de una encuesta (fig. 1.) Se hicieron observaciones para tomar nota de la convivencia y el comportamiento de los participantes dentro del aula de clases. También se tomaron en cuenta las calificaciones obtenidas de dichos participantes tanto de forma individual como con sus redes.

UNIVERSIDAD DE COLIMA
FACULTAD DE TELEMÁTICA
MAESTRÍA EN COMPUTACIÓN 2016-2018

Encuesta realizada sólo para fines académicos. Los datos recolectados se utilizarán para un trabajo de tesis de maestría y serán tratados de manera **confidencial**. Favor de ser lo más sincero posible en sus respuestas. Agradecemos su tiempo.

Número de cuenta: _____

1. Al inicio de clases, ¿tú elegiste a tu grupo de compañer@s para los trabajos académicos en equipo?
 - a) sí
 - b) no, ellos me eligieron
 - c) el profesor los formó
 - d) no tengo grupo de compañer@s
2. De qué manera influye la relación con tus compañer@s para el resultado de tus calificaciones
 - a) las mejora
 - b) las empeora
 - c) tiene una débil relación
 - d) no hay relación

En las preguntas del 3 al 7, considera: 1) siempre 2) la mayoría de las veces 3) algunas veces 4) nunca

3. Cuando un profesor pide que trabajen en equipo, ¿preferes formarlo con tus amig@s? ____
4. ¿Con qué frecuencia pides ayuda a tus amig@s para resolver alguna actividad o examen? ____
5. La relación que tienes con tus amig@s ¿influye en el resultado de tus calificaciones? ____
6. Si estás con tus amig@s en el trabajo de equipo, ¿obienes una MAYOR calificación? ____
7. ¿Influye el que tus amig@s sean parte del equipo para obtener una MENOR calificación? ____

Escribe en las siguientes líneas los números de cuenta de los compañer@s con los cuales has formado equipo para trabajos académicos.

Fig. 1. Encuesta para determinar redes de interacción.

3.3 Análisis estadístico

Se utilizó tanto análisis cualitativo como cuantitativo. En el análisis cualitativo se trataron los tipos de interacción: los patrones de comportamiento y los datos obtenidos a través de encuestas. Mientras que en el análisis cuantitativo se consideraron los resultados de los cuatro cuestionarios contestados en el sistema de tutoría inteligente(expresión oral y escrita, hábitos de estudio, autoestima y matemáticas) y las calificaciones de los alumnos de primero y segundo semestre.

Una vez recolectados los datos, se utilizaron métricas para determinar correlaciones entre calificaciones obtenidas por los participantes tanto de forma individual como en grupo, la influencia que pueden llegar a tener las redes de interacción en su rendimiento académico, así como encontrar distintas técnicas que puedan favorecer dicho rendimiento en la población seleccionada.

3.4 Software para el análisis de redes de interacción

Una red de interacción es un conjunto de determinados individuos y las relaciones que existen entre ellos. La información de la red de interacción no sólo contiene datos sobre la topología de la red social, sino también puede contener valores numéricos tanto en las relaciones como en los individuos. Por ejemplo las instancias de tiempo exacto en las que interactúan las entidades en dicha red [12, 13].

Para seleccionar el tipo de software que se debe utilizar para el análisis de redes de interacción se debe tomar en cuenta las capacidades de visualización y los formatos de importación, y exportación del mismo [14].

En la tabla 2 se muestra cada una de las herramientas de software utilizadas para analizar, administrar y visualizar las redes de interacción. Se puede observar que algunas pueden ser usadas solamente en la plataforma Windows y las restantes en cualquier plataforma. También cabe destacar que la mayoría tienen usos en común, lo cual indica que para trabajar con redes de interacción, cualquiera de estas herramientas de software podría ser útil en este trabajo de investigación.

Herramienta de Software y url de descarga	Plataforma	Usos
Ucinet https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/downloads	Windows	Crear gráficas de dispersión. Crear dendogramas. Crear diagramas de árbol. Análisis de redes de interacción.
Pajek http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/	Windows	Administrar grandes cantidades de información. Reducir la red en subredes. Manejar múltiples redes de interacción a la vez.
Netminder http://www.netminer.com/download_buy/download/download-readList.do	Windows	Integrar el análisis exploratorio. Visualización de redes de interacción. Analizar la estructura de la red de interacción.
Gephi		Exploración de redes, sistemas complejos. Exploración de grafos dinámicos.

https://gephi.org/	Multiplataforma	Visualización y análisis de redes sociales. Importar información desde bases de datos.
Cytoscape http://www.cytoscape.org/	Multiplataforma	Visualizar redes. Visualizar la información como una figura bidimensional de la red.
R https://www.r-project.org/	Multiplataforma	Análisis de redes de interacción. Visualización de redes de interacción en la mayoría de las áreas (matemáticas, biología, economía etc.)
NodeXL https://nodexl.codeplex.com/	Windows	Importar listas. Importar redes de Twitter, Youtube, e-mails. Calcular un gran número de métricas.

Tabla 4. Herramientas de software para el análisis de redes de interacción.

4 Resultados

En esta sección se resumen los resultados obtenidos del análisis. Los participantes se repartieron en dos grupos:

1. Correlación entre rendimiento académico y resultado de encuestas en el STI. El coeficiente de relación entre éstas fue de 0.773 lo que indica una alta relación.
2. Correlación entre rendimiento académico y satisfacción con la red de trabajo. Alta correlación con un valor de 0.89, lo que infiere que los alumnos consideran que su rendimiento se puede ver favorecido por la interacción de las redes de trabajo académico.
3. Influencia entre la elección de su red de trabajo y su rendimiento. académico.
El 85% de los participantes consideran que sí influye la manera en que eligen o son elegidos para el trabajo en equipo y que tiene relación directa en su rendimiento académico

Además, del análisis de las encuestas aplicadas en las preguntas que involucran las redes de interacción y el rendimiento, se observa en las figuras 2 y 3 respectivamente, que al tener una mejor relación con los compañeros de trabajo o al formar el equipo de trabajo con los amigos, en su mayoría las calificaciones de los estudiantes tienden a ser más altas.

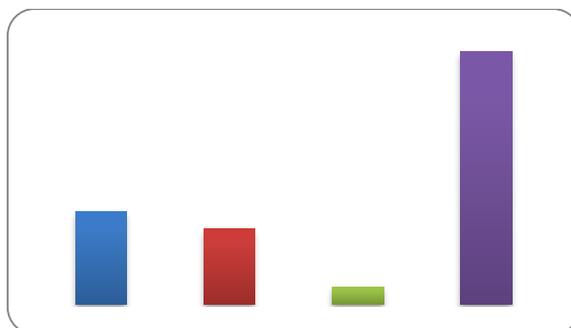


Fig. 2. Manera en que perciben las relaciones de interacción en trabajo colectivo.

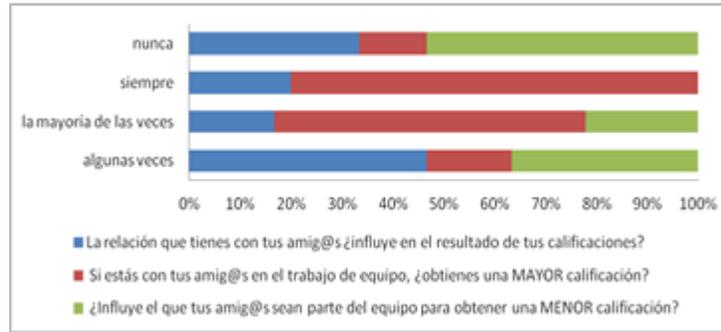


Fig. 3. Influencia de las redes de interacción en el rendimiento académico.

Para visualizar las redes de interacción entre los estudiantes, se utilizó el software Cytoscape, el cual nos permite analizar mejor la forma en la que interactúan y las relaciones que se dan entre ellas.

En la figura 4 se pueden observar dos redes de interacción. Una corresponde al grupo A y la otra al grupo B (los nodos corresponden al número de matrícula de cada estudiante). Se aprecia que en ambos grupos todos los alumnos están relacionados con al menos uno de sus compañeros. De la misma manera, se puede observar que en el grupo B, los alumnos forman subgrupos de trabajo de una forma muy específica y sólo se relacionan entre sí mismos, mientras que en el grupo A hay una relación más expandida entre los alumnos sin tener necesariamente grupos específicos.

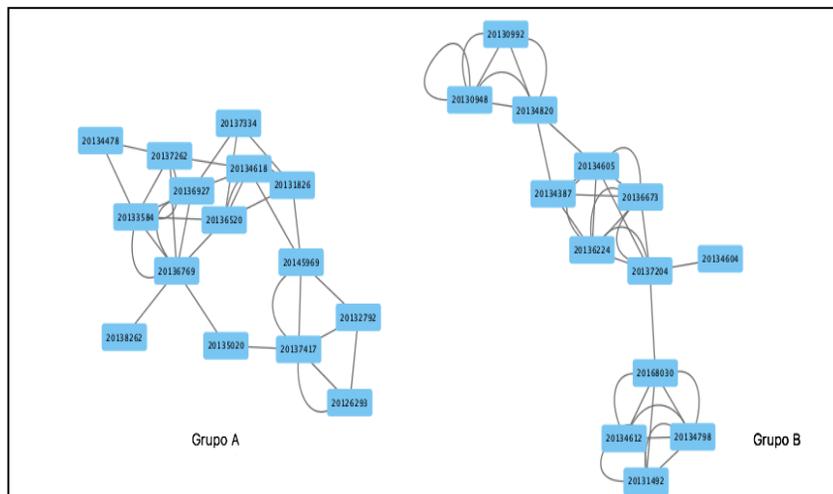


Fig. 4. Visualización de las redes de interacción académica.

En relación al índice de deserción, éste fue de 15%, menor que las 4 generaciones anteriores, y también está por debajo del índice nacional. Sin embargo, al analizar las razones de la deserción se detectó que quizá influyó en su bajo rendimiento académico [7] el poco trabajo en redes académicas por parte del 85% de éstos. En cuanto al bajo puntaje en la sección de hábitos de estudio y autoestima con el rendimiento académico, su factor de correlación fue de 0.66 que indica una relación mediana.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo hemos mostrado que hay una alta correlación entre el rendimiento académico y el resultado de los puntajes en las encuestas de ingreso en el sistema de tutoría inteligente de estudiantes universitarios en su primer año escolar. Del mismo modo se analizó la influencia positiva que tiene la elección de los compañeros en sus equipos de trabajo académico y cómo incide en sus calificaciones.

Como resultado del análisis de las redes de interacción, la relación y la buena adaptación con los compañeros juegan un papel importante y positivo en el aprendizaje de la mayoría de los estudiantes involucrados. En relación a la puntuación de hábitos de estudio y su percepción de la autoestima hay una alta correlación con los alumnos que no lograron concluir el primer semestre.

La utilización del software para la visualización de las redes de interacción fue muy útil. Sin embargo, es necesario emplear otras técnicas y hacer análisis comparativo para explorar desde otra perspectiva las redes de interacción y a través de esto, plantear estrategias para mejorar el rendimiento académico y por lo tanto, incidir en el impacto de la deserción.

Agradecimientos. Al PROFOCIE 2016, por el apoyo parcial para el financiamiento de la presentación de este artículo en el congreso.

Referencias

- [1] L. Mosquera, A. Gabriela, L. Condo y M. Roció. (2016). *Causas que motiva la deserción y bajo rendimiento académico de los/las estudiantes de la Carrera de Enfermería de la Universidad de Cuenca*. 2016.
- [2] Z. Cataldi y F. Lage, F. (2010). *Modelado del Estudiante en Sistemas Tutores Inteligentes*. Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 29-38.
- [3] V. Alevén, J. Kay, y J. Mostow. (2010). *Intelligent Tutoring Systems*. 10th International Conference, ITS 2010, Pittsburgh, PA, USA, June 14-18, 2010, Proceedings. Springer Science & Business Media.
- [4] E. Porcel, G. Dapozo y M. López. (2010). *Predicción del rendimiento académico de alumnos de primer año de la Facena (UNNE) en función de su caracterización socioeducativa*. Revista electrónica de investigación educativa, 12(2):1-21.
- [5] ANUIES (2016). *Consideraciones de las cifras publicadas por el anuario estadístico 2015-2016 de la ANUIES respecto a las cifras presentadas por la SEP*. Consultado de: <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>, el 15 junio de 2017
- [6] D. Rosenberg y K. Scott. (2001). *Top ten use case mistakes*. Software Development-San Francisco, 9(2): 52-56.
- [7] Y. García Ortiz, D. López de Castro y O. Rivero Frutos. (2014). *Estudiantes universitarios con bajo rendimiento académico, ¿qué hacer?* Edumecentro, 6(2):272-278.
- [8] C. Herrero, M. Llorens, J. Oliver, J. Silva, y S. Tamarit. (2013). *An empirical analysis of the influence of classmates on the academic performance*. En Proceedings of the 18th ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE '13, pp. 328-328, New York, NY, USA. ACM.
- [9] T. Sinha y J. Cassell. (2015). *We Click, We Align, We Learn: Impact of Influence and Convergence Processes on Student Learning and Rapport Building*. pp. 13-20. ACM Press.
- [10] L. Barker, M. O'Neill y N. Kazim. (2014). *Framing classroom climate for student learning and retention in computer science*. pp. 319-324. ACM Press.
- [11] D. Palacios y C. Villalobos. (2016). *Academic networks within Chilean schools: An exploratory study using Exponential Random Graph Models (ERGM)*. Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales, 27(2):33.
- [12] JRG Pulido, M. Andrade-Aréchiga, E. Ramos Michel y P. Damian-Reyes. (2016). *Tecnologías de información para el análisis exploratorio de redes de interacción*. En R. Herrera y L. Barbosa (Eds.), Tópicos introductorios a la gestión del conocimiento (pp. 131-162). Ediciones de la noche, México.
- [13] P. Rozenshtein, N. Tatti y A. Gionis. (2017). *Finding Dynamic Dense Subgraphs*. ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data, 11(3):1-30.
- [14] D. Smite, N. Moe, A. Sablis y C. Wohlin, C. (2017). *Software teams and their knowledge networks in large-scale software development*. Information and Software Technology, 86:71-86.

Algoritmos Genéticos Aplicados a Problemas de Optimización de Redes de Transporte Público.

Daniela Moctezuma García ¹, Juan Manuel Ramírez Alcaraz¹, Bryan Mendoza Guerrero² y Sara Sandoval Carrillo¹

¹ Universidad de Colima – Campus Central, Calle Av. Universidad 333, Las Víboras; CP 28040 Colima, Colima, México.

{daniela_moctezuma@ucol.mx, jmramir@ucol.mx, sary@ucol.mx }

² Instituto Tecnológico de Colima - Calle Av. Tecnológico No. 1, Liberación; C.P. 28976, Villa De Alvarez, Colima, México.

{bmendoza5@ucol.mx }

Abstract. Nowadays, there is an accelerated growth of cities, mainly due to the migration of people seeking to improve their quality of life. This has led to the emergence of various problems, such as: water supply, electricity, health problems, food, education, pollution, among others. One of the most important problems and from which some of the aforementioned are derived, to a greater or lesser degree, is that of public transport. For several decades some researchers have approached this problem from different perspectives and applying different techniques to solve them. The present work shows a review of problems of public transport networks that apply genetic algorithms addressed during the last years. As can be seen, genetic algorithms are widely used to solve these types of problems and is becoming more common because one of its main limitations, computing power, is becoming less relevant.

Resumen. Existe en la actualidad un crecimiento acelerado de las ciudades, debido principalmente a la migración de las personas buscando mejorar su calidad de vida. Esto ha provocado el surgimiento de diversas problemáticas, como por ejemplo: abastecimiento de agua, energía eléctrica, problemas de salud, alimentación, educación, contaminación, entre otros. Uno de los problemas más importantes y del cual se derivan en mayor o menor medida algunos de los antes mencionados, es el del transporte público. Desde hace varias décadas algunos investigadores han abordado esta problemática desde diferentes perspectivas y aplicando diferentes técnicas para solucionarlos. El presente trabajo muestra una revisión de problemas de redes de transporte público que aplican algoritmos genéticos abordados a lo largo de estos últimos años. Como se puede ver, los algoritmos genéticos son muy utilizados para resolver este tipo de problemas y cada vez se vuelve más común debido a que una de sus principales limitantes, el poder de cómputo, se vuelve cada vez menos relevante.

Palabras Clave: Algoritmos Genéticos, Optimización, Redes de transporte público.

1 Introducción

Debido al incremento de población en las grandes ciudades, surgen problemas de salud, alimentación, educación, contaminación, transportación, congestión vial, accidentes, entre otros, los cuales necesitan ser disminuidos para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Para lograr esto, se ha buscado implementar soluciones basadas en TIC, las cuales han dado origen al concepto de Ciudades Inteligentes (CI). Una característica de una CI, es la planificación eficiente de las redes de transporte público la cual ha dado pie a un área bastante extensa denominada Sistemas Inteligentes de

Transporte (ITS). Los ITS se definen como sistemas de control e información que hacen uso de tecnologías, con el fin de mejorar o eficientizar la movilidad de personas así como su seguridad, reducir la congestión de tráfico, y cubrir la demanda de usuarios, utilizando una gran gama de técnicas, aplicaciones tecnológicas independientes o integración de varios sistemas [1]. Para optimizar la calidad del servicio de los sistemas de transporte público nos enfrentamos con diversos objetivos, como minimizar los tiempos de viaje, los costos, tamaño de la flota, así como maximizar los ingresos de los proveedores de los servicios de transporte. Frecuentemente los objetivos buscados están en conflicto, es decir, no se puede mejorar uno sin afectar el otro. A los problemas que intentan optimizar varios objetivos al mismo tiempo se les llama Problemas de Optimización Multi-objetivo (MOP: Multi-objective Optimization Problem). En los problemas relacionados con el transporte público, es común considerar factores relacionados al costo del servicio y a los tiempos de viaje. Dentro de los primeros se pueden mencionar el costo de combustible, costo de mantenimiento de los vehículos, costo de operadores, etc., esto permite calcular la ganancia del prestador del servicio. Entre los segundos se encuentran los tiempos de recorrido entre paradas, el tiempo de abordaje, el tiempo para transbordar, y el tiempo de espera. Esto genera funciones de ingreso y tiempo que se buscan maximizar y minimizar respectivamente, lo cual implica favorecer a uno u otro objetivo a fin de obtener un punto de equilibrio que mantenga el más alto beneficio para ambos. En general, este tipo de problemas se clasifican como MOPs y las propuestas de solución se diferencian en el tipo y número de factores considerados, las funciones objetivo y los algoritmos utilizados para resolverlos.

2 Diferentes técnicas para la solución de MOPs

Obtener múltiples soluciones para la optimización de un problema resulta complejo y lleva tiempo obtenerlo, por lo que se pretende identificar qué técnicas resuelven el problema en el menor tiempo posible. Algunas de las técnicas que se utilizan son las metaheurísticas y que a su vez se sub-dividen en otras más extendidas como los algoritmos genéticos, búsquedas tabú, recocido simulado, GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure) e híbridadas, entre otras.

Sánchez [2] define **metaheurísticas** como procedimientos de búsqueda enfocados a problemas de optimización combinatoria, que proporcionan soluciones factibles que aunque no alcancen el óptimo, se acercan al valor en un tiempo razonable. Minetti et al. [3] mencionó que las técnicas que obtienen mejores resultados con precisión son las metaheurísticas. **Búsqueda tabú** fue propuesta en 1986 por Glover y Melián [4] definiéndolo como el proceso metaheurístico de búsqueda local que hace uso de memoria adaptativa y de estrategias para la solución de problemas del mundo real. Su principal componente es la memoria, ya que se utiliza para no repetir la trayectoria de búsqueda y para almacenar atributos de soluciones. **Recocido simulado** fue formulado en 1983 por Kirkpatrick, Gelatt y Vecchi [5] basándose en el proceso de solidificación de los sólidos, es decir, éste realiza un proceso y lo vuelve hacer una y otra vez, hasta obtener el resultado óptimo. El **procedimiento de búsqueda adaptable aleatorizado y codicioso** (GRASP) se divide en 2 fases, la constructiva y la de búsqueda local. En la primera fase crea una solución inicial paso a paso, y en cada paso existe un conjunto de soluciones; mientras que en la segunda fase parte de la solución creada anteriormente y estudia las soluciones vecinas para encontrar una mejor [2]. El algoritmo de la **colonia de hormigas** fue propuesto por Dorigo, Maniezzo, y Coloni [6], inspirándose en el comportamiento natural de las hormigas para obtener sus alimentos. Cuando una hormiga encuentra alimento, ésta deja un rastro de feromonas para que las demás lo perciban y sigan el camino hasta encontrar la comida, cabe mencionar que las hormigas han demostrado que son capaces de encontrar el camino/ruta más corta, haciendo que el proceso de llevar alimento a la colonia sea más rápido [7]. La idea de la creación de

los **algoritmos genéticos** (AG) fue de Holland en 1975, estos se enfocan en patrones que con el transcurso del tiempo realizan exploraciones continuamente para encontrar nuevas posibilidades, basándose en el proceso genético de los organismos vivos [2]. Tienen un conjunto de datos inicial, los evalúa, selecciona los mejores, los reproduce creando una nueva población, se mezclan y por último mutan obteniendo los más fuertes, representando la aproximación a los valores óptimos.

3 Trabajos Previos

Se han realizado investigaciones enfocadas a la aplicación de la técnica AG en problemas de redes de transporte público, con el fin de realizar una recopilación de artículos relacionados con la utilización de los AG en problemas de optimización.

Johar, Jain, y Garg [8] resumen investigaciones que aplican AG en el diseño y programación de redes de tránsito. Mencionan que la mayoría de los investigadores aplican AG para resolver este tipo de problemas, concluyendo que esta técnica es de optimización eficiente. Los artículos que abordan van desde 1998 hasta el 2012, entre ellos están [9], [10], [11] y [12].

Lesiak y Bojarczyk [13] realizaron un revisión de distintas investigaciones relacionadas con problemas de diseño de redes de transporte público, con el fin de analizar la posibilidad de aplicar AG, concluyendo que esta técnica puede ser muy útil para la solución de problemas de transporte y principalmente el diseño de la red de rutas de tránsito, ya que este tipo de problemas no pueden ser resueltos por algoritmos de búsqueda tradicionales, debido a que son problemas de optimización complejos. Algunas de las investigaciones abordadas fueron [14] y [15].

4 Algoritmos Genéticos Aplicados a Transporte

Los AG se han aplicado para este tipo de problemas desde hace un par de décadas [9] y [10]. Los artículos seleccionados para esta investigación son los más actuales que han sido enfocados al transporte público, recientemente Guancha et. al [16] abordaron un problema de optimización de frecuencias, tomando como escenario el SITP megabus de la ciudad de Pereira Colombia, contando con 3 rutas en su estructura. El origen de los datos utilizados fueron las frecuencia de salida actuales del sistema de megabus, calculando la demanda a través de esta frecuencia dada, mientras que los factores considerados son la secuencia de estaciones del sistema, la demanda de viajes dada por una matriz Origen-Destino y el tamaño de la flota necesaria. La función objetivo como se muestra en la ecuación 1 consiste en minimizar el tiempo promedio de viaje de los pasajeros, de espera en una estación, cantidad de personas que deben esperar por un segundo bus, y paralelamente considerar los beneficios económicos de los operadores.

$$\min \alpha \left(\sum_{E \in G_r} T_e + \gamma \sum_{E \in G_r} T_{e^2} + \sum_{C \in G_r} T_{ee} + \sum_{E \in G_r} T_p \right) + \beta \sum_{C \in G_r} C_{f_c} \quad (1)$$

Donde E=conjunto de estaciones (nodos). C=conjunto de calles (aristas). T_e =tiempo de espera en estación. T_{e^2} =tiempo de espera por un segundo bus. t_{ee} =tiempo de recorrido entre estaciones. T_p =tiempos de parada en estaciones. f_c =frecuencia. Gr=ruta. α, β = Ponderadores de

prioridad (usuario y proveedor). γ =grado de importancia para reducir la cantidad de personas que deben esperar por un segundo viaje. Proponen la utilización de AGs para la determinación de frecuencias óptimas, donde cada cromosoma de la población inicial se inicia con valores aleatorios. Los resultados obtenidos fueron el acotamiento de las frecuencias de salida, logrando intervalos de despacho operables. La utilización de AGs a manera de solución se debe a que permite encontrar soluciones para problemas no lineales, como se presenta en este caso. Además mencionan que para una alta demanda no es necesario una mayor flota, sino una buena configuración de despacho.

Shmelev et. al. [17] abordaron un problema de diseño de red de tránsito y de configuración de frecuencia (TNDPSP), con el fin de reducir el tiempo de espera y de viaje de los pasajeros, así como costos de operación, realizándose en el Distrito de Petrograd en San Petersburgo. El origen de los datos fueron obtenidos de un modelo multi-agente del distrito, teniendo como factores los tiempos de espera y de viaje de todos los pasajeros, así como los costos de operación de los autobuses. La función objetivo mostrada en la ecuación 2 consiste en minimizar el tiempo de espera para los autobuses, tiempo de viaje del pasajero y el tiempo de viaje del autobús, a través del modelo de suma ponderada.

$$F = w_0 \sum_{i=0}^m \text{waiting_time}_i + w_1 \sum_{i=0}^m \text{driving_time}_i + w_2 \sum_{i=0}^{\text{routes_number}} \sum_{j=0}^{f(i)} \text{bus_driving_time}_j^i \quad (2)$$

Donde w_i =peso de prioridad del criterio i . n =número de pasajeros llegados. m =número de pasajeros transportados. Utilizan AGs como solución, debido a que este tipo de algoritmo generalmente se utiliza para la solución a los problemas de horario, y en esta investigación buscan encontrar horarios para minimizar los objetivos. El AG tiene una probabilidad de mutación: 1%, probabilidad de cruce: 60%, período de mutación: 15 iteraciones, tamaño de la población: 3000, y núm. de iteraciones: 700. El resultado obtenido fue la reducción de los tiempos de espera de los pasajeros en las paradas de autobús, optimizando el despacho de transporte público..

Król [18] aborda el problema de Transit Network Design and Frequency Setting Problem (TNDPSP). El escenario en el que se desarrolla esta investigación es en Bielsko-Biala, una ciudad de tamaño mediano en el sur de Polonia. El modelo contiene 387 nodos 440 bordes 288 nodos son paradas de autobús en este, los pesos asociados a los bordes determinan el tiempo de viaje. Los datos iniciales se establecen a partir de mediciones reales en horarios específicos, el objetivo principal es minimizar el tiempo necesario para todos los viajes, lo cual está dado por la siguiente función.

$$\max(t_{beg} + \Delta t_{ab}) \rightarrow \min \forall t_{beg} \in \Delta T \quad \forall a, b \in BS \quad (3)$$

Donde t_{beg} es el tiempo necesario para iniciar el viaje el cual puede ser en cualquier momento del periodo examinado (ΔT) esto es la sumatoria de todos los tiempos para todos los segmentos de viaje entre el punto inicial “a” y el punto final “b” que forman parte del conjunto de paradas establecidas BS. Para la aplicación del AG la población inicial se basa en el diseño real de líneas de autobús, así mismo, los autobuses se asignan a las líneas como en la realidad. Los parámetros utilizados son: Probabilidad de mutación (PM), probabilidad de crossover (PX) y el tamaño de élite (SE) cada uno expresado por su respectiva función, además, si la mutación o crossover conduce a un individuo incorrecto la operación se cancela. El tamaño de la población y el número de generaciones también

juegan un papel muy importante entre los parámetros. Los tipos de mutaciones contemplados son: el cambio en la asignación de autobuses entre las líneas, cambio del intervalo entre cursos para una línea seleccionada aleatoriamente, Cambio del número de líneas fusionándolas o dividiéndolas. Para el cruzamiento se utiliza el método de la ruleta. La probabilidad de transición a la siguiente generación de un individuo a otro es proporcional a la función aptitud. Se obtuvo como resultado la reducción del tiempo de 388 a 261, una mejora del 31%. El uso de AGs se debe a que este problema presenta un complejidad computacional *NP-hard*, y mencionan que esta es una de las heurísticas que solucionan problemas como este.

Zhen y Jing [19] se centraron en generar un modelo para la reprogramación de trenes en la red del metro urbano, con el fin de reducir el efecto del retraso del tren y mejorar la satisfacción de los pasajeros, clasificándose como un problema de horario de la red de tránsito (TNT, por sus siglas inglés: *Transit Network Timetabling*). El escenario en el cual se desarrolla esta investigación es el entorno de los despachadores humanos los cuales “se basan en su experiencia y carecen de la guía de la teoría científica” [19]. La principal propuesta entonces es asegurar el calendario actual de las líneas para asegurar el uso racional de las unidades. El origen de los datos se basa en experimentos numéricos y pruebas reales realizadas en la ciudad de Beijín, China. Se consideraron 2 factores principales, los costos de tiempos de viaje y los costos por cancelaciones de viajes planificados lo cual se expresa por la función objetivo siguiente:

$$\min F = \alpha \left(\sum_{t \in [0, T]} \sum_{o_{tm} \in O} \sum_{d_{t', m'} \in D} \eta_{o_{tm}, d_{t', m'}}^t f_{o_{tm}, d_{t', m'}}^t \right) + \beta \left(\sum_{t \in [0, T]} \sum_{o_{tm} \in O} \sum_{d_{t', m'} \in D} (1 - \eta_{o_{tm}, d_{t', m'}}^t) f_{o_{tm}, d_{t', m'}}^t T_{o_{tm}, d_{t', m'}}^t \right)$$

Donde se pretende minimizar la combinación ponderada del tiempo total de viaje y el número de cancelaciones de viaje planificadas durante el período de estudio [19]. α y β pretenden equilibrar la magnitud de los dos tipos en la función objetivo. El uso de AGs como solución se debe a que busca obtener los horarios reprogramados óptimos, y como ya se mencionaba en [17], este algoritmo generalmente se utiliza para cuestiones de horarios. Las variables de decisión son los tiempos de llegada y los tiempos de parada que satisfacen las restricciones establecidas y con estas se forman el primer cromosoma, la primera población se crea de acuerdo a los horarios iniciales bajo retraso del tren y es la misma función objetivo la que funge como aptitud del AG. Para la selección se toma el padre de acuerdo a las operaciones establecidas de las variables de decisión, se adapta la operación de crossover y se generan dos cromosomas hijos, esta operación se repite hasta obtener cromosomas válidos de acuerdo a las especificaciones creando una nueva población a partir de estos nuevos cromosomas y evaluando la aptitud de la misma, conservando la población con mejor aptitud. Se obtuvo como resultado la reducción del costo de los tiempos de viaje y el costo de las cancelaciones de viajes planificados en un 13%.

En [20] se aborda el problema de la calendarización de vehículos en un sistema de transporte público urbano que los autores denominan VTSP (Vehicle-type and size Scheduling Problem) el cual es abordado como un problema multiobjetivo y en el que aplican una heurística basada en MOCcell un algoritmo Evolutivo Celular Multi-Objetivo. El trabajo utiliza un escenario realista, donde un conjunto de vehículos de diferentes tipos son asignados a viajes para cubrir una ruta definida. El objetivo es encontrar una distribución apropiada de vehículos que minimicen simultáneamente el costo operacional para los proveedores y la demanda insatisfecha de los usuarios.

Ma et al. [21] se enfocaron en un modelo para la planificación paradas y horarios de los autobuses, clasificándose como un problema de horario de la red de tránsito (TNT), y desarrollándose en un escenario realista, en la ciudad de Beijing, China. La función objetivo busca satisfacer tres perfiles

en conflicto, los pasajeros que buscan minimizar el tiempo de sus viajes, los operadores que buscan maximizar los ingresos minimizando los costos de operación y los beneficios sociales los cuales incluyen principalmente la congestión vial y las emisiones contaminantes. Todo esto expresado por la función:

$$\text{Max } Z = -C_t + R_x + R_w - C_y + R_s$$

Donde $-C_t + R_x$ representa los costos totales del pasajero y el valor del viaje al pasajero respectivamente, R_w es el ingreso operacional el cual se mide a partir de la reducción de la congestión del tráfico y los costos de contaminación ambiental, $-C_y$ representa el costo operacional el cual se calcula a partir de la suma de los costos del conductor, costo del combustible y costo de depreciación, R_s representa los beneficios sociales generados. Se utiliza un tipo de método de optimización llamado “*Algoritmo Genético Inmune Mejorada*” [21] (IIGA), donde la probabilidad de cruce y la probabilidad de mutación se calculan a partir de la población anterior. Mencionan que los AGs son “altamente eficientes, precisos y escalables en modelos de planificación y horarios de parada” de los sistemas de transporte, debido a esto utilizan IIGA el cual se basa en AGs. Los resultados muestran que su IIGA resuelve el modelo y es superior al algoritmo genético básico.

5 Conclusiones

En este trabajo se han descrito algunos de los trabajos más recientes en el área de la optimización de los servicios de transporte público aplicando AG, con el objetivo de demostrar la importancia que esta técnica tiene en la actualidad, y sobre todo establecer la importancia que tiene el análisis de los servicios de transporte público urbano debido a los diferentes problemas que se derivan cuando éste no es eficiente. Como se mencionó, los problemas de optimización de rutas, al igual que muchos de los problemas de la vida real, son problemas multi-objetivo (MOPs), los cuales se clasifican como problemas complejos que no son posibles de solucionar en tiempo polinomial. Esto hace que se tengan que analizar y probar diferentes técnicas o algoritmos para intentar solucionarlos, y como se puede ver, muchos de estos tipos de problemas se están intentando resolver a través de la aplicación de AG, ya que este algoritmo permite encontrar soluciones para problemas no lineales y con complejidad computacional *NP-hard*, además de que son altamente eficientes, precisos y escalables en modelos de planificación y en problemas de horarios, entre otros, enfocados a este tipo de problemáticas. Sin embargo, el área de investigación en optimización de rutas de transporte público es muy amplia debido a la cantidad de variantes o factores que existen en la realidad, y esto requiere de mayor análisis y propuestas que mejoren, efficienten e incluso intenten encontrar la solución óptima a cada variante del problema.

6 Referencias

- [1] M. Chowdhury and A. Sadek, “RNO/ITS - Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR) | Explotación de la Red Vial& Sistemas Inteligentes de Transporte,” *WORLD ROAD ASSOCIATION (PIARC)*, 2014. [Online]. Available: <https://rno-its.piarc.org/es>. [Accessed: 11-Jul-2017].
- [2] Álvaro García Sánchez, “Técnicas metaheurísticas.” 2013.

- [3] G. F. Minetti, C. Salto, H. Alfonso, and F. Sanz Troiani, "Uso de técnicas metaheurísticas avanzadas para resolver problemas de optimización combinatoria," in *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2013.
- [4] Fred Glover and Belén Melián, "Búsqueda Tabú," *ResearchGate*, pp. 29–48, Jan. 2003.
- [5] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, M. P. Vecchi, and others, "Optimization by simulated annealing," *science*, vol. 220, no. 4598, pp. 671–680, 1983.
- [6] M. Dorigo, V. Maniezzo, and A. Colomi, "Ant system: optimization by a colony of cooperating agents," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, vol. 26, no. 1, pp. 29–41, Feb. 1996.
- [7] K. S. Sang, B. Zhou, P. Yang, and Z. Yang, "A Survey on Urban Traffic Optimisation for Sustainable and Resilient Transportation Network," in *2016 9th International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, 2016, pp. 233–238.
- [8] A. Johar, S. S. Jain, and P. K. Garg, "Transit network design and scheduling using genetic algorithm – a review," *An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA)*, vol. 6, no. 1, pp. 9–22, Jan. 2016.
- [9] Pattanaik, S.B., Mohan, S. and Tom, V.M., Urban Bus Transit Route Network Design Using Genetic Algorithm. *Journal of Transportation Engineering*, 124 (4), 368-375 (1998).
- [10] Gundaliya, P.J., Shrivastava, P. and Dhingra, S.L., Model For Simultaneous Routing and Scheduling Using Genetic Algorithm. *Transpoti Europei, Quaterly Jouranl of Transport law, Economics and Engineering*, 16, 10-19 (2000).
- [11] Chew, J. S. C. and Lee, L. S., A Genetic Algorithm for Urban Transit Routing Problem. *International Journal of Modern Physics: Conference Series*, 9, 411-421 (2012).
- [12] Wang, J.-Y. and Lin, C.-M., Mass Transit Route Network Design Using Genetic Algorithm. *Journal of Chinese Institute of Engineers*, 33 (2), 301-315 (2010).
- [13] P. Lesiak and P. Bojarczyk, "Application of Genetic Algorithms in Design of Public Transport Network," *Logistics and Transport*, vol. Vol. 26, No. 2, 2015.
- [14] Jin-Yuan Wang, Chih-Ming Lin, Mass Transit route network design using genetic algorithm, *Journal of the Chinese Institute of Engineers*, Vol.33, No.2, pp.301-315, 2010.
- [15] Kidwai F. A, Marwah B. R., Deb K, Karim M. R, A genetic algorithm based bus scheduling model for transit network, *Proceeding of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 6, 2005.
- [16] D. A. G. Guancha, J. A. S. Mejía, and S. E. Mejía, "Asignación de frecuencias óptimas, a través de un modelo multiobjetivo, para un sistema BRT" *Revista EIA*, vol. 13, no. 26, 2017.
- [17] V. A. Shmelev, A. V. Dukhanov, K. V. Knyazkov, and S. V. Ivanov, "Bus Scheduling in Dynamical Urban Transport Networks with the use of Genetic Algorithms and High Performance Computing Technologies," in *Knowledge, Information and Creativity Support Systems*, Springer, Cham, 2016, pp. 97–104.

- [18] A. Król, “Application of the Genetic Algorithm for Optimization of the Public Transportation Lines,” in *Intelligent Transport Systems and Travel Behaviour*, Springer, Cham, 2017, pp. 135–146.
- [19] Q. Zhen and S. Jing, “Train rescheduling model with train delay and passenger impatience time in urban subway network: Train Rescheduling Model with Train Delay,” *Journal of Advanced Transportation*, 2016.
- [20] D. Peña, A. Tchernykh, S. Nesmachnow, R. Massobrio, A. Feoktistov, and I. Bychkov, “Multiobjective Vehicle-type Scheduling in Urban Public Transport,” in *2017 IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops (IPDPSW)*, 2017, pp. 482–491.
- [21] J. Ma et al., “A Model for the Stop Planning and Timetables of Customized Buses,” *PloS one*, vol. 12, no. 1, p. e0168762, 2016.

Implementación de la Trayectoria Académica Especializante de Fundamentos de Electrónica y Robótica en el Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara

Innovación en planes y programas de estudio de TIC

Carlos Jesahel Vega Gómez¹, Irene Gómez Jiménez², José de Jesús Ramírez Flores²

¹ Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara, Av. Nuevo Periférico #555, CP 45425, Tonalá, Jalisco, México carlos.vega@cutonala.udg.mx

² Escuela Preparatoria #19, Universidad de Guadalajara, Paseo del Almendro s/n Esq. Lucio Blanco, CP 45200, Zapopan, Jalisco, México irene.gomez@academico.udg.mx
jjramirezf@sems.udg.mx

Resumen: El presente trabajo titulado “Implementación de la Trayectoria Académica Especializante (TAE) de Fundamentos de Electrónica y Robótica en el Sistema de Educación Media Superior (SEMS) de la Universidad de Guadalajara” muestra los pasos a seguir para la implementación del estudio de la electrónica y la robótica en estudiantes de la Preparatoria #19. En este trabajo se explican los motivos de instalar y operar un laboratorio de robótica, se plantea el proceso de integración de recursos humanos, la elaboración del programa académico, la necesidad de desarrollar textos que faciliten el aprendizaje y se muestran los resultados alcanzados hasta el momento con los estudiantes que se encuentran estudiando en dicha trayectoria.

Abstract: The present work entitled "Implementation of the Academic Specialization Trajectory (TAE) of Fundamentals of Electronics and Robotics in the Higher Education System (SEMS) of the University of Guadalajara" shows the steps to follow for the implementation of the study of Robotics in high school students # 19. This paper explains the reasons for installing and operating an electronics and robotics laboratory, the process of integrating human resources, the elaboration of the academic program, the need to develop texts that facilitate learning, the results achieved until the moment with the students who are studying in this trajectory.

Palabras clave: Aprendizaje de la electrónica y robótica, aprendizaje colaborativo.

1 Introducción

El Silicon Valley de México se encuentra en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), en el estado de Jalisco. Según datos de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología de Jalisco, esta región exporta anualmente 21 millones de dólares en el sector de servicios y productos tecnológicos. La ZMG alberga empresas como IBM, Oracle, HP, Intel, Astra-Zéneca, por mencionar algunas. Además las universidades públicas y privadas dentro de su oferta académica cuentan con carreras que favorecen la generación de recursos humanos para fortalecer el sector.

Sin embargo ciertas localidades cercanas a la ZMG o en la propia periferia tiene índices de marginación urbana de niveles medio a muy alto, con un porcentaje del 52% (CONAPO 2010). Sin embargo, cerca de estas localidades o en ellas, la Universidad de Guadalajara dispone de instalaciones de nivel medio superior en la que se oferta un Bachillerato General por Competencias (BGC) en el que desde el tercer semestre el estudiante selecciona una Trayectoria Académica Especializante (TAE), que le permite lograr un perfil deseado en base a sus intereses.

2 Tesistán y la escuela preparatoria #19 de la Universidad de Guadalajara

La escuela preparatoria se encuentra en la delegación municipal de Tesistán que cuenta con una población de 62,397 personas (INEGI 2010), perteneciente al municipio de Zapopan, Jalisco, a 27 km de Guadalajara. Es una localidad en la que su población se dedica desde los 12 años a la agricultura y ganadería, y su mayor porcentaje de escolaridad es en nivel secundaria. Además, está creciendo de forma acelerada por la construcción de nuevos fraccionamientos, lo que demanda una oferta de servicios, entre ellos los educativos. Es por esto que la Universidad de Guadalajara construyó las instalaciones de la Escuela Preparatoria # 19 para fortalecer y llevar los servicios a esta comunidad.

Este plantel inicia operaciones en febrero de 2013 y cuenta actualmente con una matrícula de 1,806 alumnos, una planta de 51 docentes y 21 administrativos. En estas instalaciones se ofertan 14 TAE siendo, creación de dibujo y pintura, elaboración de alimentos, expresión teatral, fotografía digital, fundamento de electrónica y robótica, fundamentos de diseño de modas, gestión de la salud, interpretación y creación musical, programación web, promoción de la lectura, protección civil, emprendurismo, agricultura urbana y yoga. La TAE de fundamentos de electrónica y robótica inicia en el calendario 2016 B, que corresponde al mes de agosto de 2016.

3 Metodología de trabajo

Para el desarrollo de la trayectoria se realizaron los siguientes pasos que facilitaron su implementación, mismo que se desarrollarán en esta sección:

- Perfil docente que participa en la TAE.
- Planeación y adquisición de equipamiento del laboratorio de robótica.
- Desarrollo del programa académico de la trayectoria académica.
- Elaboración de los primeros recursos didácticos.

Cada una de estas actividades fue planeada y concebida con el interés de implementar un programa pertinente, actual, tecnológico y ofrecer una oferta educativa novedosa para los estudiantes, acercando estos recursos a la comunidad.

3.1 Perfil del docente que participa en la TAE

El docente a cargo del grupo en el espacio del laboratorio es pieza clave en el desarrollo de las competencias en el estudiante, también los docentes que imparten las unidades de aprendizaje de: matemáticas, física, comprensión de la ciencia, tecnologías de la información y comunicación, entre otras, tienen una gran contribución en las actividades y la generación de conocimiento de la misma TAE. “Profesores que sean capaces de ayudar y orientar a sus alumnos, no sólo para que adquieran conocimientos básicos, sino también para que sean conscientes de su identidad, tolerantes, abiertos a los otros y a otras culturas”[1]

El personal que imparte clases en la TAE de Fundamentos de electrónica y robótica son Ingenieros en Mecatrónica e Ingenieros en Comunicaciones y Electrónica, con estudios en Competencias Docentes para la Educación Media Superior, por lo que es importante que el docente se encuentre preparado en los temas que se desarrollan en los contenidos de las unidades de aprendizaje, pero a su vez, conozca y sea un facilitador que permita que el estudiante desarrolle las competencias necesarias. “Los docentes deben utilizar las habilidades que adquieren luego de años de experiencia y ser diseñadores de experiencias de aprendizaje”. [2]

3.2 Planeación y adquisición de equipamiento del laboratorio de Robótica

El laboratorio de robótica fue planeado para que los alumnos trabajen y tengan un aprendizaje colaborativo, para la adquisición del equipo se conceptualizo pensando en las competencias y actividades que los estudiantes deberían de obtener en el mismo. La disposición del laboratorio se encuentra con 6 mesas redondas para el trabajo de 5 estudiantes en cada una de las mesas, en las que se tiene: equipo de cómputo, Set de educación Robot lego mindstorm EV3, tarjetas Arduino uno, juegos de sensores, osciloscopio, generador de funciones, multímetro y cautín, además cuenta con una

impresora 3D Maker Mex, herramental, pintarrón interactivo, pantalla smart y un drone DJ Phantom 2.



Fig 1 Laboratorio de Robótica

3.3 Desarrollo del programa de la trayectoria académica

La TAE se compone de cuatro unidades de aprendizaje “Al término de la trayectoria el estudiante será capaz de analizar, diseñar y construir sistemas electrónicos y robóticos básicos, además tendrá los conocimientos fundamentales de electricidad y electrónica, para que pueda aplicar dichos conocimientos a la solución de problemas de electrónica básica”. [3] La trayectoria consta de 158 horas práctica y 70 horas de teoría a cursar en 2 años, con la siguiente estructura:

- Conceptos y fundamentos de circuitos eléctricos: Identifica y analiza la naturaleza de la electricidad, las propiedades de los materiales y los aspectos relacionados con los fenómenos eléctricos y aplica diferentes métodos de solución a problemas de circuitos eléctricos, además contrasta los resultados obtenidos con las mediciones y magnitudes eléctricas, para resolver problemas de la vida diaria relacionados a su entorno inmediato.
- Electrónica analógica y digital: Interpreta el funcionamiento y distingue la importancia de la electrónica analógica y digital, para comprender como ambas se encuentran en diferentes aspectos de su vida cotidiana y como se pueden identificar y utilizar.
- Programación de sistemas electrónicos: Identifica y analiza el lenguaje de programación de software y hardware libre de la tarjeta arduino, para desarrollar y diseñar prototipos electrónicos con el uso de sensores.
- Robótica básica: Soluciona los problemas de la vida cotidiana, a partir del uso de la electrónica y robótica, para responder a diversas necesidades.

La trayectoria se elaboró considerando el equipo que se solicitó y el cual se adquirió, por lo que la elaboración de los contenidos fue paralela a la adquisición, permitiendo instrumentar las prácticas que los jóvenes deberán implementar en la ruta formativa.

3.4 Elaboración de los primeros recursos didácticos

Parte importante de las actividades de los docentes fue la revisión de bibliografía, sin embargo dicha información está diseñada para niveles de estudios superiores y no con el enfoque en competencias que maneja la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS), y que de ella se elaboró dicha trayectoria. Además los libros tienen un costo elevado para los estudiantes de nivel bachillerato, por tanto se decidió el elaborar la bibliografía necesaria para la TAE, con la intención de bajar los costos para los estudiantes y que puedan tener bibliografía adecuada a su nivel de estudios. “La educación se vuelve cada vez más competitiva y para alcanzar un mejor nivel educativo se requiere del apoyo de recursos que nos ayuden en el proceso de enseñanza de los estudiantes, como lo son los materiales didácticos, su uso tiende a guiar y motivar al estudiante en la construcción del conocimiento, es decir, que sirvan de apoyo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante publicaciones de sistemas pedagógicos innovadores utilizando herramientas tecnológicas” [4].

El primer libro que se editó fue “Principios de circuitos eléctricos I, enfoque por competencias”, el segundo libro es “La electrónica analógica y digital, enfoque por competencias”, el cual se encuentra en impresión, el tercer libro se está elaborando; cada uno de ellos corresponde a la unidad de aprendizaje correspondiente al semestre cursado y son elaborados por los docentes de la TAE.

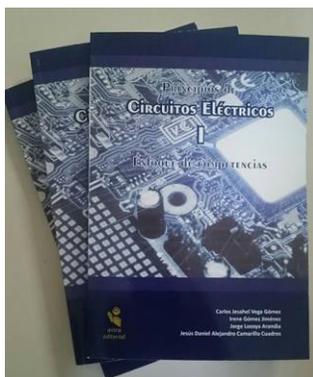


Fig 2. Libro de Principios de Circuitos Eléctricos I, Enfoque por competencias.

4 Resultados

Para referir al año que ha cumplido la TAE en la preparatoria 19, se definieron algunas preguntas de evaluación que permitan ir evaluando los resultados, con la intención de generar mejoras en el servicio y conocer las necesidades de los estudiantes. Esta encuesta se realizó y fue contestada por el 100% de los estudiantes que cursan la TAE.

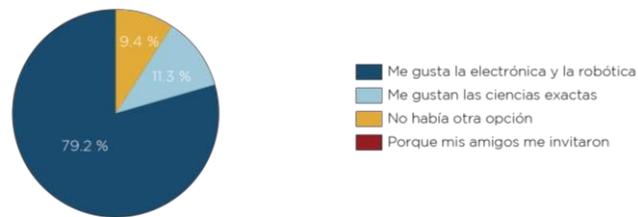


Fig. 3. ¿Por qué estudiar la Tae de Fundamentos de Electrónica y Robótica?

En la figura 3 el 90.5% tiene un interés en las ciencias exactas e ingenierías, mientras que el 9.4% no tenía otra opción de programa educativo. Algunas de las preguntas y respuestas son las siguientes:

¿Consideras que las clases de tus Maestros de electrónica y robótica son?

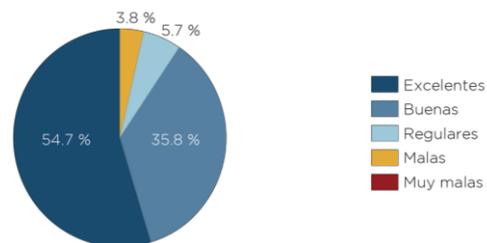


Fig. 4. Percepción de las clases en el aula.

En la figura 4 el 90.5% aprueba con nivel de bueno y excelente la cátedra de los docentes que imparten la TAE.

¿Consideras que tus Maestros de electrónica y robótica tienen las competencias para la impartición de las clases?

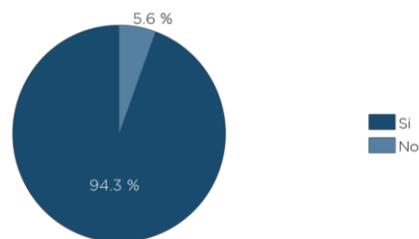


Fig. 5. Percepción de competencias en los docentes.

En la figura 5 el 94.3% considera competentes a los docentes en la impartición de las clases de electrónica y robótica.

¿El equipo con que cuentas en el laboratorio te parece suficiente?

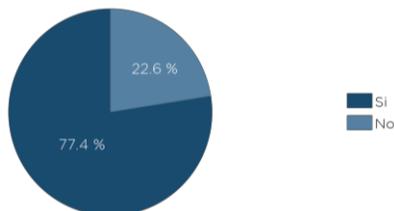


Fig. 6. Apreciación de equipamiento en laboratorio

En la figura 6 el 77.4% considera que el equipo con el que cuenta el laboratorio es suficiente para sus actividades académicas.

¿La información del libro de texto de Principios de Circuitos Eléctricos te pareció?

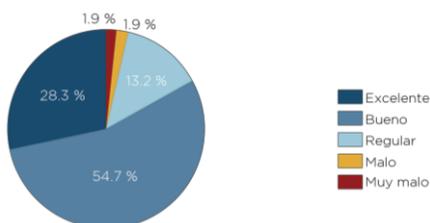


Fig. 7. Evaluación del libro de Principios de Circuitos Eléctricos.

El 83% de los estudiantes consideran de bueno a excelente el libro que es el material didáctico base elaborado por los docentes de la TAE y el 3.8 % no lo consideran adecuado.

¿Qué es lo que más te agrada de la TAE?



Fig. 8. Percepción general de la TAE.

La pregunta fue abierta y se podían seleccionar los 4 rubros, sin embargo los estudiantes seleccionaron que lo que más les gusta de la TAE son el plan de estudios y el laboratorio de robótica ambos con un 47.2%, le sigue los docentes con un 32.1% y

al final el trabajo colaborativo con sus pares con un 24.5%.

¿Consideras que la TAE te ha servido en tu vida cotidiana?

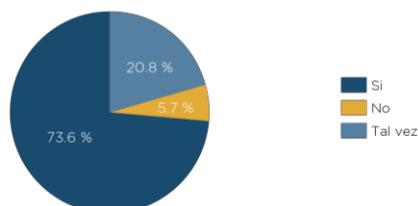


Fig. 9. La vida cotidiana y la TAE

La figura 9 muestra si los estudiantes consideran que la TAE ha servido en sus actividades en la vida cotidiana a lo que el 73.6% menciona que sí, el 20.8% que tal vez y un 5.7% que no.

5 Conclusiones

La incorporación de docentes con un perfil técnico para este tipo de trayectorias, resulta pertinente en la percepción y en la aprobación de los alumnos y su desempeño, ya que el índice de aprobación de la TAE es de 92.45%. La adquisición de tecnologías actuales y de vanguardia en el laboratorio de robótica, es uno de los grandes éxitos para que los estudiantes tengan acceso a tecnologías que por sus costos no tendrían acceso. Un plan de estudios elaborado a partir de las competencias que se esperan en los alumnos, fomenta en ellos el interés por desarrollar sus conocimientos y habilidades. La evaluación de la percepción de los estudiantes permite a la alta dirección establecer estrategias de mejora en las áreas de oportunidad y mantener las expectativas de los estudiantes. El desarrollo de material didáctico como son los libros, permite que los estudiantes tengan acceso a temas pertinentes y que se tenga la posibilidad de actualizar contenidos, además de contar con una guía que se relaciona con el plan de estudios. La importancia en acercar estas tecnologías no solo a los estudiantes de la preparatoria #19, si no a los estudiantes de las escuelas preparatorias del SEMS, es parte de la proyección que tiene la TAE, lograr que más jóvenes se interesen y busquen herramientas para sus proyectos facilita la apropiación de la misma. La TAE de fundamentos de electrónica y robótica ha permitido que docentes de otras escuelas preparatorias se acerquen a conocer la trayectoria y mostrar interés en utilizarla. Para finalizar es gratificante observar que los estudiantes en una región como Tesisán están relacionando la TAE con actividades que relacionan ellos en su vida cotidiana, esto quiere decir que el Bachillerato General por Competencias de la Universidad de Guadalajara, está cumpliendo con sus objetivos.

Referencias

- [1] SEP (2012) Secretaría de Educación pública
La visión de la educación básica y el perfil de los maestros, Formación Docente
- [2] <https://juandomingofarnos.wordpress.com/2011/02/06/tecnologia-educativa-y-roles-de-profesores-y-alumnos-en-un-mundo-2-0/>
- [3] Sistema de Educación Media Superior Universidad de Guadalajara
http://www.sems.udg.mx/sites/default/files/BGC/TaesActualizadas/GRAL_FUNDAMENTOS_DE_ELECTRONICA_Y_ROBOTICA.pdf
- [4]. María Guadalupe Bautista Sánchez, Aldo Raudel Martínez Moreno y Reynaldo Hiracheta Torres Ciencia y Tecnología, 14, 2014, pp. 183-194, El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico.

Physiological Measures for Usability Testing: The Case of Heart Rate

Edgar Daniel Morales-Pérez ¹, Edgard Benítez-Guerrero ¹ y Carmen Mezura-Godoy ¹

¹ Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.

zs15019629@estudiantes.uv.mx, edbenitez@uv.mx, cmezura@uv.mx

Abstract. Usability is the extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use (ISO 9241:11). Effectiveness and efficiency are measured through quantitative metrics, such as the number of tasks completed by the user and the time he/she takes to perform them in the system. However, to evaluate satisfaction, questionnaires are applied. This represents a problem because the responses of the users are subjective, so they are not objective data that can adequately support decision making. This paper reports an exploratory study aimed to verify if it is possible to use specific physiological measures, particularly heart rate, as objective elements for decision making.

Keywords: Usability Testing, Physiological Measures, Heart Rate.

Resumen. Usabilidad es la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios especificados para alcanzar los objetivos especificados con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso (ISO 9241: 11). La eficacia y la eficiencia se miden a través de métricas cuantitativas, tales como el número de tareas completadas por el usuario y el tiempo que él /ella toma para realizarlas en el sistema. Sin embargo, para evaluar la satisfacción se aplican cuestionarios. Esto representa un problema porque las respuestas de los usuarios son subjetivas, por lo que no son datos objetivos que puedan apoyar adecuadamente la toma de decisiones. En este artículo se presenta un estudio exploratorio con el objetivo de verificar si es posible utilizar medidas fisiológicas específicas, particularmente la frecuencia cardiaca, como elementos objetivos para la toma de decisiones.

Palabras Clave: Evaluación de Usabilidad, Medidas Fisiológicas, Ritmo Cardíaco

1 Introduction

According to [2,4] usability can be considered as "a quality attribute that evaluates how easy a graphic interface is used". Among the factors that determine usability are effectiveness, efficiency and satisfaction [4]. Then any type of software based on these three concepts will be more efficient to use because it takes less time to perform a task, easier to learn because one can learn to perform a task just by looking at the interface, and more pleasant to use. Because of this, an important number of works have been executed to test usability in systems.

Generally, usability can be measured in terms of two kinds of metrics: objective metrics and subjective metrics [9]. Objective metrics are usually used to measure effectiveness, i.e. the number of errors of a user during the execution of a task, and efficiency, i.e. the time spent by the user to accomplish a task. On the other hand, subjective metrics are based on the opinion of the users. There exist several methods that are traditionally used to obtain users opinion: Interviews, Questionnaires, Card Sorting, and Prototypes, among others [7]. Particularly, user satisfaction is generally identified and analyzed using the aforementioned methods, either answered by the users themselves or completed by the evaluators based on observations done during the testing. Both forms of interpretation have biases due to high subjectivity, since even when answered by the same users, the results can be altered. However, these methods are not enough to detect subtle differences when performing a usability test, since they are subject to the opinion of each user. More objective criteria are then needed.

One possibility for obtaining this information is considering physiological signals (PSs) as proposed in [5,7]. PSs are involuntary reactions of the human body in an unconscious way (visual agnosia or cortical blindness) to some external situation [10]. The most commonly used PSs are: heart rate (HR), galvanic skin response (GSR), body temperature (BT), and pulse volume (PV), among others. To this respect, [5] affirms that it is possible that the user's physiological responses contribute to the design and evaluation of interfaces, since they allow identifying factors and events that cause changes in the level of user activation to perceive stimuli. These changes may arise because of negative or positive emotions associated with frustration, satisfaction or times of heavy workload when performing a task.

This paper presents an exploratory study aimed to verify if it is possible to use the heart rate (measured with a low-invasive sensor, a smartwatch) as an objective element in usability testing. To support the experiment, two interfaces were developed to perform SQL queries: a Visual Query Interface (VQI), where graphic elements are used to structure a query and, a Command Line Query Interface (CLQI), where one must write

the entire query manually. To the best of our knowledge, there are no works that use physiological measurement sensors that are less invasive than those reported in the related work section. This is why we are interested in the use of smartwatches capable of detecting heart rate that can result in greater comfort for users.

This paper is organized as follows. Section 2 discusses related work. Section 3 presents the experimental design, while Section 4 presents the results obtained. Finally, Section 5 concludes this paper and introduces future work.

2 Related Work

There exists works that focus on integrating PS in the process of usability testing, such as [6], [5] and [3]. Lin et al. [6] presents an experiment in which university students performed tasks as quickly and correctly as possible while playing a video game continuously for ten minutes. GSR, PV and HR were used as PS. To measure GSR and PV, two sensors were placed on the fingers of the hand of the users. It was identified that GSR and PV are sensitive to movement, so they asked participants not to move their fingers where the sensors were placed. One of the complications presented by the experiment is that users tend to modify their behaviors because they could not interact naturally. The study concluded that PV and HR did not represent significant values to be used in the evaluation because they were sensitive to movements and the sensors receiving this information were invasive and noisy. On the other hand, it points out that GSR is related to the difficulty level of the task, but does not conclude that there is a cause-effect relationship between these two types of data. The authors then propose a deeper analysis to try to understand this correlation and to use less invasive sensors.

[5] proposes a methodology for usability evaluation. This methodology includes PS and gaze tracking (GT) to extract quantitative information in real time. The case study that the paper presents is in relation to recommendations of usability (related to accessibility) in websites. The PSs used were GSR, HR and facial (corrugator and zygomatic). The study concludes that the aesthetic component and adequate design is related to HR, since HR is related to the emotional state that the user presents at the moment of the interaction, and that PSs and GT complement and improve the information provided through questionnaires, and metrics such as the completion rate of a task, or the time to achieve it. The problems presented in that research [5] were with respect to the interaction of the user, because in the first place the user needs to take off his/her clothes to place the sensors. This interferes with the HR because the user is not comfortable and the data presents a conditioner. Besides, an expert must place the sensors and check throughout the test if they are lubricated.

Hernandez et al. report in [3] a usability test, specifically in terms of effectiveness and efficiency, using electrical signals from the brain through electrodes placed in the skull. This is to identify the workload that the user presents in the interaction with a system. The incorrect placement of electrodes can cause a high noise signal, and in addition, the calibration of the encephalogram is difficult because people have different brain activity.

In general, one can say that there are few works that integrate PSs into usability testing but there is an interest to do it so. Additionally, to the best of our knowledge, there are no works that use PSs detection sensors that are less invasive than those reported. We are interested in using smartwatches capable of detecting HR that can result in greater comfort for users. Even though these research studies consider the PS as the first approach in usability evaluation, none consider joining these elements to enrich the evaluation in the satisfaction of the user with questionnaires to support decision-making, as it is proposed in this paper. The work that is closest to ours is that of [5], but it does not consider low-invasive sensors, nor the use of HR as the main PS.

3 Experimental Design

This Section describes the participants of the experiment, the materials used, and the protocol followed.

3.1 Participants

In this experiment fourteen (14) university students (seven women and seven men) with experience in structured query language (SQL) acted as participants. Fig. 1 shows some participants in session.



Fig. 10. Participants in session

We applied a questionnaire with 5 questions to collect information about the students' experience with SQL. For each question, there were 4 different answers, among which the participant had to choose only one. The questionnaire offers a percentage assessment (from 0 to 100%), assigning 20 points for each exact answer. As a result, we obtained that 71% of the participants have a high level of experience with SQL, while 29% have a middle level of experience.

3.2 Materials

Different kinds of materials were used in this experiment: hardware (smartwatch), software (two prototype user interfaces, and an application to record HR data from the smartwatch and to visualize the data), a list of tasks to be done by the participants and a questionnaire. These are described next.

SmartWatch. A smartwatch GEAR S2 of Samsung was used to record the HR of the participants. This device is able to detect the HR of the user when it is placed on his/her wrist so is low-invasive, in contrast to the sensors mentioned in Section 2 which do not have this characteristic.

Software. To allow the execution of tasks, in this experiment two interfaces to write and execute SQL queries were implemented: a Visual Query Interface (VQI) and a Command Line Query Interface (CLQI). The VQI (see Fig. 2) has graphical elements that allow the user to build a query according to SQL syntax and issue it to a database server for results. The CLQI, shown in Fig. 3, allows the user to write SQL expressions and sent them to a database server for results. This interface has two buttons, one to execute queries and the other to cancel them.

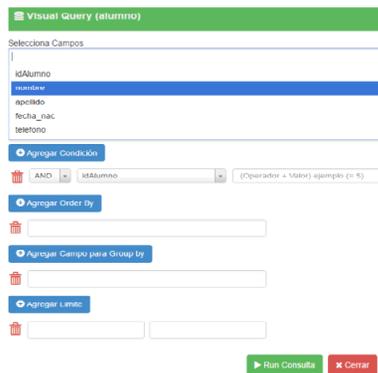


Fig. 2. Visual Query Interface



Fig. 3. Command Line Query

List of Tasks. The tasks considered were three: (T1) Select the first name, last name and date of birth of the students with the name "Edgar", (T2) Select all students born before "1992-05-01", and (T3) Select the grades of each student. Each task was performed on both interfaces. Participants had five minutes to complete each task.

SUS Questionnaire. To measure the usability of each interface, a SUS questionnaire was applied as described in [9].

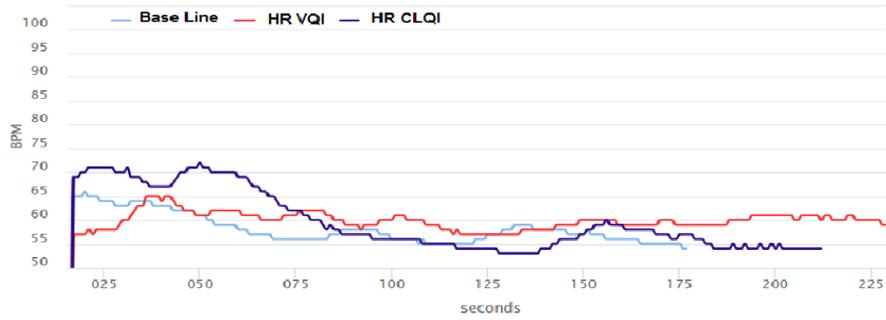


Fig. 4. HR data from participant 1

Software to record and visualize HR data. This software was developed to generate graphs as the one in Fig. 4 from the data collected by the smartwatch.

3.3 Protocol

We adopted the methodology approach presented in [11] for our work. The experiment was divided into four phases as in [6]: a welcome phase, an initial phase, an execution phase and final phase. During the welcome phase, each participant signed a consent form with a detailed description of the experiment, its duration and its research purpose. The participants also answered the questionnaire about SQL experience. During the initial phase, instructions were read to each participant. Then, each participant was allowed to practice for approximately two minutes. At the beginning of the execution phase, the smartwatch was placed on the left wrist of the participant to record the HR. Next a two-minute resting baseline was gathered. Then, participants did the three tasks using each interface. After completing a task, each participant had about 5 minutes to rest. At the end of the experiment, participants completed a SUS questionnaire for each interface to assess final usability.

4 Experimental Results

This Section presents the analysis of the data collected from the experiment. First, the quantitative HR data is analyzed, and then the qualitative data from the application of the SUS questionnaire is examined.

4.1 Analysis of Quantitative HR Data

This paragraph presents and analyses HR collected while participants were interacting with VQI and CLQI. Fig. 4 shows the evolution of HR of participant 1 in three states: resting (taken as baseline of reference), executing tasks with VQI, and executing tasks with CLQI. As one can see, the HR of this particular user remained steadily above the reference baseline while using VQI. In contrast, his HR while using CLQI changed a long time, having a HR above normal at the beginning of the session, but having a HR similar to the baseline at the end of the session. At this point, it is important to say that the same measures were taken for the other 13 participants.

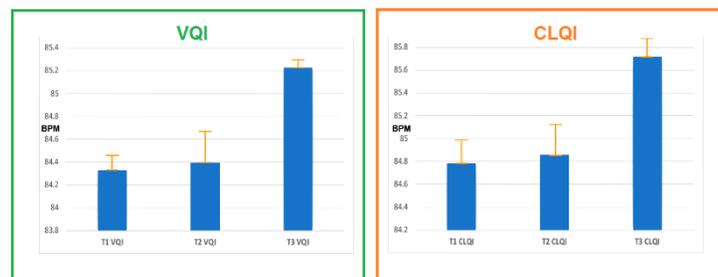


Fig. 5. Summary of HR for 14 participants

Fig. 5 presents bar graphs summarizing the collected HR data using mean and standard deviation. In this graph, one can observe that the HR increased for each of the tasks; this could be related to the use of more graphical elements in VQI and/or the level of difficulty of the task.

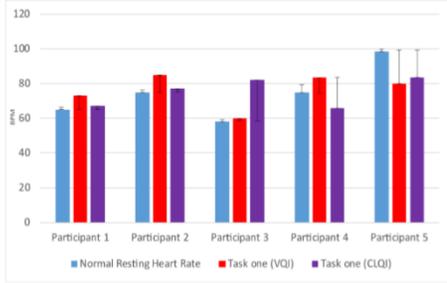


Fig. 6. Heart Rate Statistics for Task One

Fig. 7. Heart Rate Statistics for Task Two

Fig. 6, 7 and 8 present bar graphs summarizing the collected HR data using mean and standard deviation for 5 participants as example. Fig. 6 shows a summary of the evolution of HR for five participants while performing task one (T1) with the two interfaces (VQI and CLQI). The blue bar represents the normal state of the HR, the red bar represents the mean of HR when participants interact with VQI, and the purple bar represents the mean for CLQI. As one can see, the HR of participants 1, 2 and 4 increased when interacted with VQI and CLQI, while it was not the case for participants 3 and 5. As one can see in Fig. 7, task two (T2) caused for most users a higher level of HR compared to normal HR in both interfaces. This could be caused due to the necessity for participants to use more graphical elements in an interface.

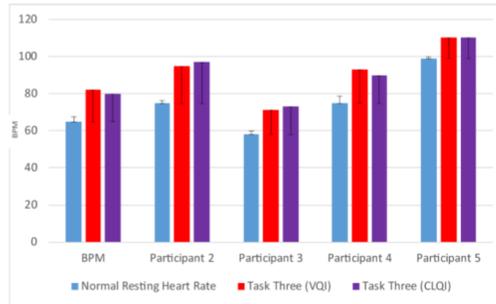


Fig. 8. Heart Rate Statistics for Task Three

Finally, as one can see in Fig. 8, task three (T3) caused the highest level of HR compared to normal HR in both interfaces. Although the difference in HR is in this case greater compared to normal HR and previous tasks (T1 and T2), it reaffirms the idea that when more graphical elements are used to structure an SQL query and/or the level of difficulty of the task increases, the HR also increases.

4.2 Analysis of Qualitative Data

The data collected from the application of the SUS questionnaire for evaluating VQI and CLQI by the participants was also examined. The answers of a specific participant for a single questionnaire are mapped to a score that represents a composite measure of the overall usability of the system under study. This score is finally converted to a percentage, according to the Jeff Sauro's scale [9]. The average of SUS score is 68, which is equal to 50%. The average score for VQI was 77.14, which equals 80%, while the average score for CLQI is 67, which equals 47%. The results for VQI are then greater than the average of SUS, and one can say that participants preferred VQI over CLQI.

5 Conclusions and Future Work

This paper presented an exploratory study aimed to verify if it is possible to use the heart rate (measured with a low-invasive sensor installed in a smartwatch) as an objective element in usability testing. The study consisted in the design and execution of an experiment where participants were exposed to two different user interfaces enabling them to write and execute database queries. While executing the test, the HR of each participant was measured, and at the end of the test they were asked to answer a SUS questionnaire (one for each interface) with subjective questions about usability. The data collected from the experiment made possible to identify that, in general, HR changes when the task at hand is more complex and the user needs to use more elements in the interface to achieve it. The reported usability tests shows that users can perform tasks better in VQI than CLQI. So, at this point, the choice of interface would be VQI but, in contrast, the data collected indicates that the HR of some users increases when using this interface. As future work, we foresee to extend

this study to a greater number of participants, in order to have more data to analyze, and with these data, search for possible correlations between HR and traditional usability metrics.

Acknowledgements

This work was partially supported by CONACYT in Mexico through a M.Sc. scholarship for the first author (Ref. 590668) and the Cátedras CONACYT project “Infraestructura para Agilizar el Desarrollo de Sistemas Centrados en el Usuario” (Ref. 3053).

References

- [1] John Brooke et al. SUS-A quick and dirty usability scale. Usability evaluation in industry 189,194, 1996,4–7.
- [2] H. Yusef, F. Martín-Fernández, and Iazza G. Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información. Hipertext.net 2 2004.
- [3] P. Hernandez, J. Paredes, A. Roseway, and M. Czerwinski. Under pressure: sensing stress of computer users. In Proc. of the SIGCHI Conf. on Human factors in computing systems. ACM, 51–60 7. 2014
- [4] T. Jokela, N Iivari, J. Matero, and M. Karukka. 2003. The Standard of User-centered Design and the Standard Definition of Usability: Analyzing ISO13407 Against ISO9241-11. In Proc. of the Latin American Conference on Human-computer Interaction (CLIHC '03). ACM, NewYork, NY, USA, 53–60. <https://doi.org/10.1145/944519.94452592>.
- [5] J. Laparra-Hernandez. Evaluación de la usabilidad web mediante el análisis de la mirada y la respuesta fisiológica. Influencia de las características del usuario 2015.
- [6] T. Lin, M. Omata,W. Hu, and A. Imamiya. Do physiological data relate to traditional usability indexes? In Proc. of the 17th Australian Conf. on Computer-Human Interaction: Citizens Online: Considerations for Today and the Future.,pp. 1–10. 2005.
- [7] P. Reddy-Mosaly, L. Mazur, and L. Bruce-Marks. CHIIR 2016-Proceedings of the ACM Conference on Human Information Interaction and Retrieval. ACM. 2016.
- [8] J. Nielsen. Estimating the Number of Subjects Needed for a Thinking Aloud Test. Int..J. Hum-Comput. Stud. 41, 385–397. 1994.
- [9] J. Sauro and J. Lewis. Quantifying the user experience: Practical statistics for user research. 2016.
- [10] D. Silverthorn and A. Silverthorn. Fisiología Humana. Un enfoque integrado, 4a ed. Médica Panamericana. 2008.
- [11] Lazar, J., Feng, J. H., & Hochheiser, H. Research methods in human-computer interaction. Morgan Kaufmann. 2017.



Edgar Daniel Morales-Pérez, ingeniero en sistemas computaciones por el Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Egresado de la maestría en Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario, por la Universidad Veracruzana. Sus áreas de interés son: Interacción Humano Computadora, Evaluación de Usabilidad y Experiencia de usuario.



Carmen Mezura-Godoy, Doctora en Informática graduada de la Universidad de Savoie en Francia, con maestría en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana y maestría en Informática por la Universidad de Grenoble Francia, es actualmente Profesor de Tiempo completo de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Sus áreas de interés son: CSCW, Interacción Humano Computadora, Sistemas MultiAgentes y Computo Consciente del Contexto.



Edgard Benítez-Guerrero, Doctor en Informática graduado de la Universidad de Grenoble en Francia, con maestría en Informática por la misma universidad y maestría en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana, es actualmente Profesor investigador de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana. Sus áreas de interés son: Cómputo Consciente del Contexto, Bases de Datos, Inteligencia Artificial e Interacción Humano Computadora.

Public safe keeping perception based on the crowd-researching approach's approximation: using social network impact, going on in taking advantage of the collective consciousness knowledge

Héctor D. Molina-Ruiz ¹ Mónica García-Mungía ² Stephani M. Rojano-Chávez ³ and Silvia S. Moreno-Gutiérrez ⁴

^{1, 2, 4} Autonomous University of Hidalgo, Sciences Institute, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. Tel.: +52 (771) 717 2000, Ext. 5505, 5507, 5850, 5851

m_en_i_molina_ruiz@engineer.com¹, hmolina@uaeh.edu.mx¹, monicagm@uaeh.edu.mx²
silviam@uaeh.edu.mx⁴

³ Tula-Tepeji's Technological University, Chemical Department, El carmen, Tula de Allende, Hidalgo, México. Tel.: +52 (773) 732 9100, Ext. 370, 371
stephanirojano@gmail.com

Abstract. Different approaches have been emerged to solve human necessities like ethnography or statistical techniques. Today with social network growing influence, they can be seen as a tool to solve human needs, for example knowledge needs. This proposal uses the concept of crowd-researching, from a short sample approximation to test the potential and functionality of mentioned tool (crowd-researching), taking as a main topic the public safe keeping perception, particularly in Mexico, recalling collective consciousness.

Keywords: Collective consciousness knowledge, Crowd-research, Public safe keeping perception, Social network.

Resumen. A lo largo de la historia, han surgido diferentes técnicas para resolver las necesidades humanas, como la etnografía o la estadística. Hoy día, con la creciente influencia de las redes sociales, estas pueden ser vistas como parte de las herramientas para la resolución de necesidades humanas, por ejemplo, aquellas del conocimiento. Esta propuesta usa el concepto de investigación colectiva (micro-investigación colectiva, micro-investigación en masa), desde una aproximación a partir de una pequeña muestra, para probar la funcionalidad de dicha herramienta, tomando como punto de partida, la temática de percepción en seguridad pública, específicamente en México, tomando en cuenta la conciencia colectiva.

Palabras clave: Conocimiento de conciencia colectiva, Investigación colectiva (Micro-investigación colectiva, Micro-investigación en masa), Percepción de la seguridad pública, Redes Sociales.

Resumo. Ao longo da história, tem-se o surgimento das diversas técnicas para a solução das necessidades da humanidade, etnografia, técnicas estatísticas, entre outras. Hoje, com a influência das redes sociais, estas consideram-se com uma ferramenta para solução das necessidades humanas, como a necessidade de conhecimento. Nesta proposta usa-se o conceito de micro pesquisa coletiva, como uma aproximação (pequena mostra) para acreditar a funcionalidade da ferramenta. A proposta toma a temática de seguridade publica, especificamente ao México, com ajuda da consciência coletiva.

Palavras chave: Conhecimento da consciência coletiva, Pesquisa coletiva (micro pesquisa coletiva), Percepção da seguridade publica, Redes sociais.

1 Introduction

In present document it is used the term “public safe keeping” as a synonym of public security, understanding it as the state labor to protect and safe its population from internal dangers or threats.

Public safe keeping in Mexico is perceived as absent. Day by day, they appear in the news, a bigger quantity of red notes' coverages, which shows a violent face of the country. USA government have also generated alarms to its citizens, recommending them to avoid visiting some specific cities in Mexico.

For most of the Mexican population, it is common to have suffered a criminal act, in any time of their lives, or at least, they would know a friend or familiar which have been suffered a criminal act. Today, criminal acts and authority abuses can be make evident or available to population criticizing, via ICT (Information and Communication Technologies).

To test public safe keeping perception it is used an approximation of the concept of crowd-researching proposed in [1], which encompasses the crowd request or massive request for supporting, via social network, to be

provided of knowledge, from experts or common people (linked to the threatened topic), in order to cover a need on problem solving scope, or in the integration of a theoretical concept, or a specific research purpose

2 State of the Art

Even though Web 2.0 is the subject of much attention, and the social web is a proven reality, as evidenced by the stock market valuations of its major platforms (Facebook, MySpace, etc.) [2], which now a day have evolved, in some cases, to be very influent web platforms directly over social behavior.

Crowd researching is a proposal which want to take advantage of collective knowledge in possession of human race, thorough the use of new environment of instantaneous communication, specifically, taking advantage of social networks like Facebook®, Twitter®, WhatsApp®, SnapChat®, WeChat®, Line®, Viber®, DingTalk®, Skype®, Hangouts®, ICQ®, among others. Each one under its own communication characteristics and protocols. Crowd-researching can be seen as a manner of research in which it is called the scientific community or the global population, to help determining a conceptual framework or to cover a research need or integrate problems solving community, linked via social network thorough information and communication technologies (ICT) [1].

Until now it has not been explored the crowd-researching concept or application. They have emerged some similar tool like crowdsourcing, which as mentioned in [3] is also known as peer production, user-powered systems, user-generated content, collaborative systems, community systems social systems, social search, social media, collective intelligence, wkinomics, crowd wisdom, smart mobs, mass collaboration, and human computation.

3 Methodology used

As mentioned in [1], due to massive information that could be received, crowd-researching presents some disadvantages, that is why it is essential to create a discrimination scale or method. In that scope, as present document is an approach's approximation, it was arbitrary selected as a condition to integrate the study.

They were called specific persons who flaunted, via social network or in the society, a PhD diploma or degree. Those persons can be considered to have a solid criterion and to have a proposal of information which would not need any strict validation. For this document specific persons called are denoted as informal survey respondent, because they answer three informal questions.

To validate the informal survey respondent's degree, it was consulted as a base, the web page of the Minister of Education in Mexico (<https://www.cedulaprofesional.sep.gob.mx/cedula/indexAvanzada.action>), which contains an actualized register of the IDs given by that Minister to people who studied and complete a professional degree in Mexico, even if they (people) are Mexican or from abroad. In one case it was looked for in other web pages (<https://www.theses.fr/2006PA114835>, <http://www.fisica.uson.mx/academias.html> & <http://www.polimeros.uson.mx/wp-content/uploads/2016/12/TUTORIA.pdf>). In one case they were asked very close friends of the informal survey respondent, and in another case it was consulted directly to the informal survey respondent.

It was assigned a nick name based on the informal survey respondent's data. It also was considered each person gender. When it was arbitrary considered the informal survey respondent, it was also verified the state in which that person lived.

Three main questions were planted to selected candidates, as follows: (1) Do you consider our country is a safety place?; (2) Do you consider that, authorities take care about safe keeping's problem?; and (3) in general, which is your perception about public safe keeping.

To covering confidentiality requirements, it is not directly shown sensible data of the informal survey respondent. In this case, it was assigned an arbitrary nick name to the information linked for each consulted person.

Some general information of the surveying process is contained in the following table (Table 1), in that table it can be find information like: nick name and gender of each informal survey respondent; flaunted degree which is the degree that informal survey respondent said he or she holds; general location that is the state/province where the informal survey respondent lives; the time that was taken by the informal survey respondent to answer the informal survey; and, the quality of the answer given to the instrument, which is given in a three levels' scale (poor, good or excellent).

Nick name and gender	Flaunted degree	General location [State]	Taken time to answer	Quality of the answer
----------------------	-----------------	--------------------------	----------------------	-----------------------

Soed / Female	PhD	Mexico	No answer until now	No determined
Lesá / Female	PhD	Hidalgo	0 hours 19 minutes	Poor
Asze / Female	PhD	Sonora	14 hours 35 minutes	Poor
Alan / Male	PhD	Sonora	43 hours 31 minutes	Good
Alol / Male	PhD	Mexico	0 hours 0 minutes	Good
Zeze / Male	PhD	Mexico	19 hours 14 minutes	Good
Azze / Male	PhD	Oaxaca	38 hours 43 minutes	Excellent
Zoam / Male	PhD	Hidalgo	No answer until now	No determined

Table 5. General information of the surveying process. Source: Self-made based on the surveying process.

Last table (Table 1) shows the following information: 75 % of the informal survey respondent did answer the survey; 33.33% of the answers were made by female and 66.66 % by male; 100% of the informal survey respondents flaunt holding a PhD degree; informal survey respondent geographical coverage comprise north, center and south of the country; average time taken to answer was 19 hours 23 minutes 40 seconds, whit 33.33% of the informal survey respondents answered in 1 hour or less, and 66.66% of the informal survey respondents answered after one hour; 33.33% of the informal survey respondents had an answered considered poor, 50% good and 16.66% had an excellent answer.

In the following figure (Fig. 1), it is showed answers distribution on Mexico, in that figure, it can be seen the answers geographical spreading.



Fig. 1. Answers distribution on Mexico. Source: Self elaboration based in [3] & data collection.

4 Experimental Results

Public safe keeping events happen all around the world, which bring threat to personal and property safety, and homeland security [5]. Mexico's security problems resemble the general context in Latin America in many ways [6]. However, Mexico has a particular influence of organized crime due to the USA market levels of illegal stuff consumption.

Public safe keeping is understood as the ability or capacity from governments to keep the public safe and security of it governed people. As mentioned in [7], it has been traditionally understood as the function of the State that consists of protecting its citizens from illegal attacks to (or crimes against) their property, physical integrity, sexual liberty, and so on. In [8], meaning of public safe keeping is inferred as people's security. In [9] they are presented 4 specific features of public safe keeping: inherency, inseparability, comprehensiveness and focus on justice.

In [10], it is state that our reality's perception is subjective and that our world's perception depends of our particular life conditions. Perception of reality operates from a superior order, from a mesosystem that would include both (perception and reality), and in which each appear like elements and not like closed and independent units [11]. The notion that what we see might not be what is truly there has troubled and tantalized [...] [12], all of the population in every sector, class, or roll of our society.

In the following table (Table 2), they are contained the academic general data of the informal survey respondents, as flaunted degree, area or denomination of that degree, institution that grant each informal survey respondent's degree, country and year in which that degree was emitted.

Nick name and gender	Flaunted degree	Denomination	Granted institution	Country	Year
Soed / Female	PhD	Sciences	Postgraduate college (Colegio de Postgraduados)	Mexico	2017
Lesá / Female	PhD	Advanced Technology	National Poli-technical Institute (Instituto Politécnico Nacional)	Mexico	2015
Asze / Female	PhD	Pharmacology	South Paris University (Université de Paris-Sud)	France	2006
Alan / Male	PhD	Strategic Planning and Technology Direction	Popular Autonomous University of Puebla (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla)	Mexico	2014
Alol / Male	PhD	Engineering	National Autonomous University of Mexico (Universidad Nacional Autónoma de México)	Mexico	2016
Zeze / Male	PhD	Engineering	National Autonomous University of Mexico (Universidad Nacional Autónoma de México)	Mexico	N/D
Azze / Male	PhD	Management	National Autonomous University of Mexico (Universidad Nacional Autónoma de México)	Mexico	2017
Zoam / Male	PhD	Sciences	Autonomous University of Hidalgo (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo)	Mexico	2016

Table 6. General information of informal survey respondents' degree. Source: Self-made based on the research process.

In last table (Table 2) it can be obtained the following information: from the total of the informal survey respondent, 25% studied a PhD in Sciences scope; 12.5% studied a PhD in Advanced Technology scope; 12.5% studied a PhD in Pharmacology scope, 12.5% studied a PhD in Strategic Planning and Technology Direction scope; 25% studied a PhD in Engineering scope; and, 12.5% studied a PhD in Management scope. It can also be proof that: from the total of the informal survey respondent, 12.5% studied its PhD in Postgraduate college; 12.5% studied its PhD in National Poli-technical Institute; 12.5 % studied its PhD in South Paris University; 12.5% studied its PhD in Popular Autonomous University of Puebla; 37.5% studied its PhD in National Autonomous University of Mexico; and, 12.5% studied its PhD in Autonomous University of Hidalgo. In another hand, from the total of the informal survey respondent, 12.5% studied its PhD in France; and, 87.5% studied its PhD in Mexico.

In the following table (Table 3) they are showed rankings of universities that granted PhD studies linked to informal survey respondents. Universities were consulted in the Webometrics Ranking Web of Universities (webometrics.info) which evaluated more than 25,000 universities around the globe. In that table, institutions are organized according to world's 2017 ranking.

Nick name and gender	Granted institution	Country	2017 Ranking [North America]	2017 Ranking [Europe]	2017 Ranking [World]
Alol / Male Zeze / Male Azze / Male	National Autonomous University of Mexico (Universidad Nacional Autónoma de México)	Mexico	79		120
Asze / Female	South Paris University (Université de Paris-Sud)	France		113	284
Lesá / Female	National Poli-technical Institute (Instituto Politécnico Nacional)	Mexico	267		830
Zoam / Male	Autonomous University of Hidalgo (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo)	Mexico	656		2540

Soed Female	/	Postgraduate college (Colegio de Postgraduados)	Mexico	694		2706
Alan Male	/	Popular Autonomous University of Puebla (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla)	Mexico	1022		4129

Table 7. Global ranking of granted universities, considering informal survey respondents. Source: Self-made based on [13].

Opinion number 1:

No doubt, we have a terrible situation, from mi point of view.

Opinion number 2:

What can I tell you, after robberies let my house totally empty? I really doubt that here exist a Mexican which opinion about Mexico, shows a safe keeping country. It can be relative. I really consider that people who consider our country is safe, is because that people have not traveled or have been outside of Mexico.

Opinion number 3:

Questions about public safe keeping are somehow easily to answer; our country is totally unsafe immerse, is a common daily situation. Yesterday night, in the news, it was talked about people who kill people with impunity, and commit crimes knowing that delinquents wouldn't be punished. In Hermosillo (Sonora), two weeks ago, a male nurse was assaulted and injured, when he was getting out of working. Male nurse was injured with a large heavy knife (machete), fortunately injures was not serious. Authorities expressed that a large heavy knife (machete) is not considered a weapon but a working tool, that is way, now a day, robberies are not assaulting with guns but with large heavy knives (machetes). One week ago, it was attacked the same male nurse but that time he was killed, due to authorities didn't take any action in the first assaulting. To conclude, some days ago, it appears a research in which it is compared safe keeping in Mexico with Syria's safe keeping, among other countries. It makes us reveal that in Mexico we live with a low safe keeping level.

Opinion number 4:

My perception of safe keeping in Mexico is somehow good, in my family we have 2 incidents of house's assault and in the suburb we have a narcotics retailer. From my point of view, main problem is the absence of police's professionalization on local and state level, if so, polices would have a better training and values, however it would imply better payment, which would generate a more confident safety force. Is good to quote that a policeman is somebody who, day by day, risks its life. If a policeman would have a better payment and respect it would make it difficult to be corrupt.

Opinion number 5:

I consider it is a complex topic for the authority, because it involves the whole system, society and judiciary, legislative and government's national branches. It does exist an unsafe keeping environment, which can be seen in different hierarchical levels, suburbs, municipalities, local regions, states and countries. I estimate that it is a cultural problem, fed by diverse factors like academic degree, communication media access, individuals risk's perception, punishment tolerance, employment levels, etc. Corruption is one of the bad habits in the authority's system which gave the chance to unsafe keeping level rises, corruption also avoids the possibility to fight unsafe keeping. From my point of view, punishment to criminals must be harder, respecting individual guaranties. Sometimes I reflect, why people with criminal record in Mexico, migrates to USA and they do not commit any crime in USA. That is for sure, they avoid to commit any crime because they know about legal consequences. I don't believe authorities are fighting that problem from the roots. Every election period, candidates say that safe keeping level will increase, but it seems an opposite effect. If unsafe is fight they are applied palliative solutions or obsolete strategies.

Opinion number 6:

Safe keeping in Mexico, from illicit incidence focus, like theft, murder, etc., is registered since some years ago. In that scope, especially since 2006, we have a serious crisis. I do not consider it is possible to live in Mexico with a good quality level. Frequency of crimes is growing and spreading along the country, it does not permit daily activities develop without sinking and stress.

Development of commercial, professional and personal activities is restricted to delinquency. It has been necessary to change daily pattern and life styles due to vulnerable situation of our country. Mexico is not a country with safe keeping needed to live in peace, moreover, there not exist confidence on institutions.

Public safe keeping cannot be ensured via violence. Armed confrontation's governmental strategy does not solve problem causes, oppositely, spoils social polarization and exposes population to armed confrontation's effects. Armed confrontation's governmental strategy is based on weakness and non-representative governmental branches, oriented to country's political control thorough safe keeping institutions and country's army.

It does not exist a solid strategy over corruption, transparency, governmental transparency, financial resources of criminal organizations. Fighting in the streets, between criminal organizations and federal forces, generate a

violent climate which consequence is death of Mexican people, avoiding attend organized crime's root causes. Used strategy to fight crimes is not right, it cannot be seen a genuine interest to fight corruption structures or financial management of illegal activities.

It exists a focused strategy to reduce crime, based on criminals arresting or eliminating (killing them), which do not solve the problem but grows it. That strategy does not ask, what causes take some Mexicans to enroll themselves in organized crime structure, so that strategy do not consider the roots, and do not exist a long term strategy. In Mexico they have been passed 11 years since the war over crime started, and until now there is not a real change in public politics to solve the problem from the root.

Safe keeping is a politic need, which must to be focused on hold the nation's control. It cannot be seen a genuine intention to fight corruption or to investigate the criminal's financial system in order to break criminal structures. Summarizing, if inequality still persevering and growing in Mexican society, war over crime would just rise dead and mine quality life in the country.

It is necessary that governmental institutions start generating credibility, transparency and a real fight over corruption structures.

5 Conclusions and Directions for Future Research

Crowd-researching is a tool that give the chance to research with help of the general population, taking advantage of the collective consciousness, which help to create a big, or even, complete picture of a possible solution to a problem, or, a complete opinion about a topic.

In this document it is possible to state that opinions collected thorough the crowd-researching approximation, exposes that it exists in Mexico a common interpretation or idea that Mexico is absent of public safe keeping. That absence of safe keeping, is influenced by organized crime presence, drugs and arms illegal selling and available corruption in each government branch, between the principal aspects.

It can also be mentioned that cultural stigma in the country, also affects and promotes a lack of public safe keeping, due to the general manner of thinking of Mexican population, which in comparison with other cultures, appear to be like sluggish and with a short interest to develop in academic, professional, social, among other aspects.

For future research, as it was an approximation thorough a small sample, it is recommended to make a wider sample which can give a more solid base of knowledge to the information that is needed or wanted to build. It is also recommendable to explore other topics of academic, political, professional or social interest.

Acknowledgments. We would like to thank Petra Andrade-Hoyos, Rocio Casañas-Pimentel, María E. Martínez-Barbosa, Jesús M. Cadena-Badilla, Miguel Á. Delgadillo-Calzadilla, Jersáin Gómez-Nuñez, Eduardo Martínez-Mendoza and Aaron I. Palma-Quiroz, for their contributions to the present effort and because of their brilliant knowledge-share to integrate present document.

References

- [1] Molina-Ruiz, H.D. & Rojano-Chávez, E.M. (2017). Thorough a model of crowd-researching framework based in the crowdfunding framework: social network approach focused, taking advantage of the collective consciousness knowledge, *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, Vol. 9, No. 2, pp. 83 – 87, ISSN: 2007-4786, available at: [<https://iydt.files.wordpress.com/2017/07/04-thorough-a-model-of-crowd-researching-framework-based-in-the-crowdfunding-framework-social-network-approach-focused-taking-advantage-of-the-collective-consciousness-knowledge.pdf>].
- [2] Schenk, E. & Guittard, C. (2011). Towards a characterization of crowdsourcing practices, *Journal of Innovation Economics & Management*, No. 7, pp. 93 – 107, DOI: [10.3917/jie.007.0093], available at: [<http://www.cairn.info/revue-journal-of-innovation-economics-2011-1-page-93.htm>].
- [3] Doan, A., Ramakrishnan, R. & Halevy, A.Y. (2016). Crowdsourcing systems on the World-Wide Web: The practice of crowdsourcing is transforming the Web and giving rise to a new field, DOI: [10.1145/1924421.1924442].
- [4] Google (2017). Mexican United States map, available at: [<https://www.google.com.mx/maps/@23.7789498,-102.8020246,5z?hl=es-419>].
- [5] Wu, S., Liu, Q., Bai, P., Wang, L. & Tan, T. (2016). SAPE: A system for situation-aware public security evaluation, *Proceedings of the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-16)*, Association for the Advancement of Artificial Intelligence.
- [6] Romero, V. Magaloni, B. & Díaz-Cayeros, A. (2016). Presidential approval and public security in Mexico's war on crime, *Latin American Politics and Society*, University of Miami, DOI: [10.1111/j.1548-2456.2016.00312.x].
- [7] Aguilera García, E.R. & Uribe Arzate, E. (2014). Towards a human security-oriented conception of public security in the context of globalization, *Ciencia Ergo Sum*, Vol. 21, No. 1, pp. 71 – 76, Universidad Autónoma del Estado de México Toluca, México, available at: [<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10429976009>].

- [8] Chianca Dantas, A (2015). Mediação policial, segurança pública e segurança humana: uma abordagem reflexiva, *Direito, Estado e Sociedade*, No. 46, pp. 72 – 100.
- [9] Khalili Dehdezi, A. & Qaleh Sardi, F.K. (2016). The role of public security in society, *International Journal of Humanities and Cultural Studies*, ISSN: 2356-5926.
- [10] Hernando, A. (1999). Percepción de la realidad y prehistoria. Relación entre la construcción de la identidad y la complejidad socio-económica en los grupos humanos, *Trabajos de Prehistoria*, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Vol. 56, No.2, pp. 19 – 35.
- [11] Nescolarde-Selva, J.A., Usó-Doménech, J.L. & Gash, H. (2014). A theoretical point of view of reality, perception, and language, *Complexity*, Vol.20, No.1, pp 27 – 37, Wiley Periodicals Inc., DOI: [10.1002/cplx.21493].
- [12] Lotto, B. (2017). *Deviate: The Science of Seeing Differently*, Hachette Books Group, 1290 Avenue of the Americas, New York, NY 10104, ISBN-13: 978-0316300193, ISBN-10: 0316300195.
- [13] webometrics.info (2017). *Webometrics Ranking Web of Universities*, available at: [webometrics.info].

SISTEMA DE INFORMACION PARA EL MONITOREO DE LAS VARIABLES DE CONTAMINACION ATMOSFERICA DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL ITSLV BAJO UNA PLATAFORMA WEB.

Luis Alberto Sánchez Garfias¹, Armando Pérez Aguilar¹, Ángel Antonio García Esquivel¹, Samuel Cabrera Pérez² Arnold de la Cruz González² y Javier Jiménez Córdova²

Instituto Tecnológico Superior De Villa La Venta, Huimanguillo, Tabasco; Circuito Tecnológico No.1 Col. El Cuatro. La Venta, Huimanguillo. Tabasco, México.

mancho761@hotmail.com

Tel.: 9231273587

Resumen. El presente trabajo propone la implementación de un sistema de información que permita una eficaz y fácil forma de capturar datos atmosféricos recuperados de una estación meteorológica Davis Vantage Pro2, con la cual se podrá monitorizar y administrar dichos datos para obtener pronósticos locales, altos / bajos, totales o promedios y gráficos para las variables meteorológicas. Este sistema permite capturar cada una de las variables, las interpreta a través de graficas y pueden ser utilizadas por los investigadores ambientalistas para la toma de decisiones.

Las herramientas tales como: Dreamweaver CS6 y XAMPP (Servidor web Apache, MySQL, PHP y Perl) fueron fundamentales en este proyecto para lograr los objetivos, así mismo, fue de gran ayuda el uso del lenguaje de programación HTML, por otro lado se utilizo las herramientas Dreamweaver, CS6. Para el diseño del proyecto se utilizo UML

Abstract. The present work proposes the implementation of an information system that allows an efficient and easy way to capture atmospheric data retrieved from a Davis Vantage Pro2 weather station, with which it can be monitored and managed to obtain local forecasts, high / low, totals or averages and graphs for meteorological variables.

This system allows to capture each of the variables, interprets them through graphs and can be used by environmental researchers to make decisions.

The tools such as: Dreamweaver, CS6 and XAMPP (Apache web server, MySQL, PHP and Perl) were fundamental in this project to achieve the objectives, it was also very helpful to use the HTML programming language, on the other hand it was used the Dreamweaver tools, CS6. For the design of the project UML was used.

Palabras Clave: Sistema de información, Contaminación Atmosférica, ITSLV, Plataforma Web, HTML.

Key Words: Information System, Atmospheric Pollution, ITSLV, Web Platform, HTML.

1 Introducción

El crecimiento exponencial y vertiginoso que ha presentado el mundo de las comunicaciones, más notorio y fundamental en las telecomunicaciones y en las tecnologías de información, hace posible la premisa de que la información es el motor ideológico de mayor potencialidad para configurar el futuro del hombre, en donde la sociedad enfrenta el incremento y expansión de este recurso.

Estas características generan condiciones particulares en cuanto al almacenamiento, preservación, transmisión, soporte y difusión de la información, lo que viene a establecer que los profesionales de la información deben desarrollar capacidades y destrezas en lo referente al tratamiento, representación, estudio de las fuentes, usuarios, calidad en servicios, metodologías, acceso y valor agregado en la información para optimizar la toma de decisiones y gestión, en donde cada sociedad utiliza las tecnologías de información y comunicaciones para alcanzar sus metas y difundir sus valores; para expandir las oportunidades de sus individuos, como de sus comunidades y de sus organizaciones, como un solo elemento, en donde no existan estrategias únicas, sino un gran número de alternativas para el cambio de las sociedades tradicionales a sociedades de la información.

Los fenómenos relacionados con la atmosfera, el tiempo y el clima inciden de diversas maneras en el desarrollo y resultado de las actividades humanas sobre un determinado territorio. El clima juega un papel relevante en muchos aspectos de nuestra vida. Uno de ellos es el confort, en el cual influyen parámetros tales como la temperatura del aire, la humedad, la presión atmosférica y la radiación, la lluvia, entre otros.

Partiendo de estos enfoques, en esta investigación se plantea la manera de diseñar un Sistema de Información por medio de una plataforma web bajo el concepto de datos meteorológicos recolectados de una estación Davis Vantage Pro2 que permita integrar los diversos aspectos de dichos datos para su posterior presentación, cabe resaltar que el Mtro. Samuel Cabrera Pérez, docente investigador del Instituto Tecnológico Superior de Villa la Venta es el responsable de la manipulación de dicha información recabada de las antenas meteorológica, donde se incluya el uso de elementos tecnológicos con el fin de proveer de información veraz, rápida y actualizada a la comunidad universitaria, académica, ciudadana e interesados(as) para garantizar que sea del conocimiento de los mismos cuáles son las variaciones climatológicas que se dieron en determinado momento. Basada en el uso de tecnologías de información y comunicaciones.

2 Estado del arte

En la actualidad existen diversos proyectos enfocados a la administración de información climatológica y atmosférica entre los que podemos citar los siguientes:

Sistema de Información para el Análisis de Datos del Viento, utilizado para favorecer la disponibilidad y fiabilidad de los parámetros del viento.

Núñez, E. (2012). Comenta en su investigación dentro del esfuerzo mundial que se realiza por encontrar fuentes de energía alternativas a la obtenida a partir de los combustibles fósiles, capaces de cubrir la demanda creciente de la población y que a su vez contribuyan con el desarrollo sostenible de los países, la energía eólica ha despuntado como una de las principales. En Cuba la instalación de aerogeneradores ha permitido la utilización de este tipo de energía, pero además ha potenciado los estudios en el aprovechamiento eficiente de la misma. En este contexto es muy demandado por investigadores, los datos registrados por las estaciones meteorológicas móviles que monitorean los parámetros de viento (velocidad y dirección). Esto plantea la problemática de garantizar la disponibilidad y fiabilidad de estos datos, así como la interpretación de la información que se puede extraer de ellos. Esta investigación describe una aplicación informática, que permite darle solución a la problemática anterior, para el desarrollo de la misma se utilizó la metodología OpenUP y por las características donde se va a desplegar el sistema se utilizó una distribución “The Broker”, esto determinó la utilización de tecnologías y herramientas para la construcción de una aplicación intermedia, ejecutada en un ambiente de escritorio y una aplicación web para la divulgación de los parámetros de viento y gráficos representativos de la información contenida en dichos parámetros para un mejor análisis de los mismos.

Aplicación del sistema de asimilación de datos climáticos (CDAS) del proyecto NCEP/NCAR - REANALYSIS DATA SET - para fines climatológicos y sinópticos.

Pierra, A. (2012). Este proyecto se diseñó como respuesta a la creciente demanda de información meteorológica sinóptica y a la necesidad de adquirir un conocimiento más claro y preciso sobre los diferentes campos atmosféricos a escala local, regional y mundial, se ha preparado la aplicación con base en el programa GRADS, desarrollado por el Centro Para Estudios Océano-Tierra-Atmósfera (COLA) de Estados Unidos. Esta aplicación permite generar una presentación gráfica de los patrones meteorológicos en superficie y a distintos niveles de la tropósfera y baja estratósfera a partir de datos reticulares de alta calidad preparados por el Centro Nacional de Predicción Ambiental y el Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCEP/NCAR) de la Administración Atmosférica y Oceánica de los Estados Unidos (NOAA).

Sistema de Información para la Interpolación de datos de Temperatura y de Precipitación del Ecuador.

Zea, J. (2001). En su proyecto se sustenta en una base de datos mensual de precipitación y temperatura del período 2000 – 2005, con 126 estaciones meteorológicas operadas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y por la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Incluye algoritmos de búsqueda, de interpolación, de selección de métodos de interpolación, de presentación y de visualización de la información climática. La bondad de los métodos de interpolación se analiza mediante validación cruzada, con aplicaciones para las regiones de Costa, Sierra (montañosa) y Amazónica del Ecuador. Los métodos de interpolación utilizados son: IDW, Modificado de Shepard y Kriging Ordinario. El programa constituye una herramienta útil para atender de manera ágil consultas de la comunidad dirigidas a los servicios meteorológicos nacionales, para evaluaciones climáticas, en especial para determinar las características del

clima en áreas con insuficientes registros históricos, pues el programa permite validar los resultados obtenidos por interpolación espacial.

Patrones conceptuales para Sistemas de Información Hídrica.

Urciuolo, A. & Iturraspe, R.(2008). Definen en su proyecto que los patrones de análisis reflejan estructuras conceptuales de un dominio de aplicación, agilizando el desarrollo del modelo abstracto del análisis, que captura los principales requerimientos de un problema concreto. Dadas sus características, en el presente trabajo, se aplican estos patrones para definir micro arquitecturas conceptuales que permitan la representación conveniente de la información ambiental en sistemas de información hídrica. Para ello se identifican los objetos ambientales del dominio físico que intervienen en los principales procesos hidrológicos, se define una lista de requerimientos relacionados con los problemas expuestos y en base a ello, se desarrolla la etapa de análisis, planteando modelos conceptuales en base a patrones. Para la representación geográfica de la componente espacial de los fenómenos hidrológicos, se especializa el framework conceptual GeoFrame.

3 Metodología usada

3.1 Tipo de investigación

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo, ya que para entender como funcionan los procesos que intervienen en la investigación, por lo que fue necesaria la intervención de aquellos quienes los conocen mejor, es decir los investigadores sobre variables atmosféricas. El método cualitativo se caracteriza por entender a profundidad el por que de las cosas y no de dar un dato con exactitud. El tipo de investigación fue aplicada.

3.2 Fuentes de la investigación

para el desarrollo de este proyecto se utilizaron fuentes primarias y secundarias; las fuentes primarias contienen artículos o informes que exponen por primera vez descubrimientos científicos, observaciones originales o investigación de campo los cuales contribuyen con conocimientos nuevos; las fuentes secundarias son todas aquellas que ofrecen información sobre el tema por investigar, pero que no son la fuente original de los hechos o situaciones, sino que la refieren (Bernal C. 2000).

Y como herramienta para la obtención de la información de campo se utilizó la entrevista y la observación dirigidas a los investigadores ambientalistas para quienes se desarrolló el proyecto.

3.3 Método para el análisis de la información

El nombre de este punto lo que contempla son la serie de pasos que se utilizarán para desarrollar la investigación con los métodos y materiales que se emplearán en cada paso.

Fase 1: Análisis de la información: Esta fase consiste en la recolección de información sobre los aspectos que se analizarán por parte del sistema de variables atmosféricas, se hará uso de fuentes primarias y secundarias, así mismo se utilizaron técnicas de investigación como entrevistas y la observación para identificar los requerimientos del proyecto.

Fase 2: Selección de materiales: Se trata de la selección de los materiales necesarios para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta las funciones que cumplirá dicha plataforma, el diseño que tendrá, como se va a realizar, el medio por el cual se podrá interactuar con dicha plataforma y si almacenará datos o no.

Obteniendo de esta manera la selección de

- Adobe Dreamweaver CS6 como herramienta para el diseño y codificación de la plataforma web.
- MySQL y MySQL Workbench ambas como herramientas para la creación y diseño de bases de datos respectivamente.

- XAMPP es un servidor independiente que consiste principalmente en el sistema de gestión de base de datos, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de Script. Es así que no servirá como intermediario entre la plataforma web y la base de datos. De igual manera podremos realizar pruebas de conectividad entre ellos.

Fase 3: Diseño del proyecto. Esta fase consiste en realizar el diseño haciendo uso de UML para el modelado del proyecto.

Fase 4: Desarrollo del proyecto. En esta fase se desarrollo el proyecto haciendo uso de los lenguajes de programación PHP y HTML, así mismo utilizo el sistema manejador de Base de Datos MySQL para el desarrollo de la Base de Datos.

Fase 5: Prueba del proyecto. En esta fase se realizaron pruebas de funcionalidad y de usabilidad para verificar y validar el desarrollo y prueba del proyecto.

4 Resultados y pruebas

4.1 Resultados

Como resultado de la investigación se obtuvo el sistema de información la cual inicia con el logue de los usuario, donde se tiene que escribir el correo y contraseña del usuario, como se muestra en la figura 1.

The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost/METEOROTEC/index.php'. The page features a header with logos for SEP (Secretaría de Educación Pública), Tabasco, and SE (Secretaría de Educación). The main content area is a registration form titled 'REGISTRO'. The form includes the following fields and labels: 'Ingresar tu nombre', 'Ingresar tu email', 'Ingresar tu contraseña', and 'Repite tu contraseña'. A blue 'Regístrate' button is located at the bottom of the form. The background of the page is light gray with a subtle grid pattern.

Fig 1. Inicio de sesión .

Posteriormente se muestra la pantalla de registro, donde se ingresa en nombre del usuario, el correo y se ingresa la contraseña como se muestra en la figura 2.

This screenshot is identical to the one in Figure 1, showing the registration form on the METEOROTEC website. It displays the same header with logos, the 'REGISTRO' title, and the input fields for name, email, password, and password confirmation, along with the 'Regístrate' button.

Fig. 2 Registro

Seguido del registro muestra la pantalla principal en la cual se puede elegir la opción deseada, en las que se encuentra, subir archivos, consultar, gráficos, desconectar y configuración como se muestra en la figura 3.

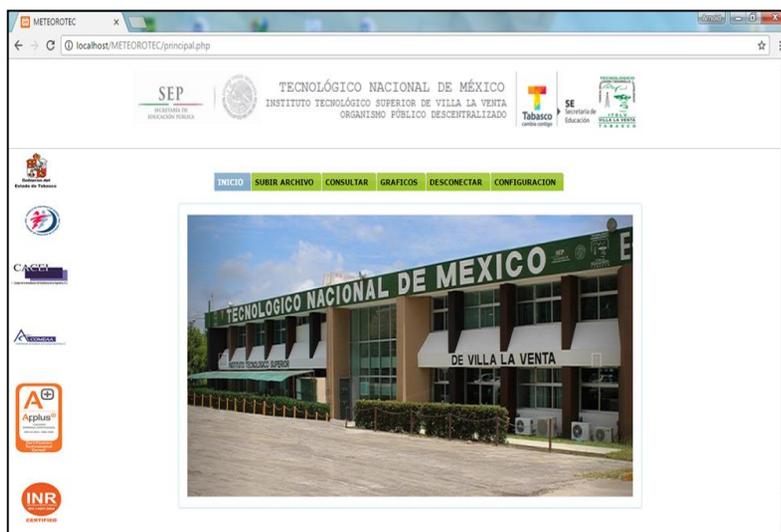


Fig. 3. Menú principal

En la opción para subir datos el usuario tiene que seleccionar el origen del archivo que se desea subir a la plataforma la cual contiene las lecturas tomadas por la estación meteorológica como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Subir datos

4.2 Pruebas

En esta etapa fue necesario aplicar algunas pruebas a la plataforma web con el fin de conocer si cuenta con los elementos necesarios para funcionar eficientemente y cumplir con los objetivos planteados con anterioridad, dichas pruebas fueron aplicadas a una muestra de 100 personas interesadas en el tema desde alumnos, profesores e investigadores familiarizados con el manejo de equipos de cómputo perteneciente al Instituto Tecnológico Superior de Villa la Venta. Las pruebas aplicadas fueron las de funcionalidad y usabilidad

4.2.1 Pruebas de funcionalidad

Las pruebas de funcionalidad permite conocer varias características de la plataforma web, en las cuales es necesario analizar: 1) si la aplicación ejecuta las funciones apropiadas para las tareas y actividades que los usuarios requieren, 2) proporciona los resultados con el grado de precisión correcto, 3) protege los datos o información a la cual los usuarios no están autorizados a ver o manipular.

Las pruebas de funcionalidad realizadas fueron a tres navegadores: Internet Explorer, Mozilla Firefox y Google Chrome. Teniendo como resultado un adecuado funcionamiento de la aplicación, Cabe destacar que en Google Chrome la aplicación se descargaba de manera más rápida en relación a los otros dos navegadores.

4.2.2 pruebas de usabilidad

Para la prueba de usabilidad se tomaron en cuenta las opciones de los usuarios finales a los cuales se les aplico un test (ver apéndice B) con el objetivo de recabar datos acerca de cómo fue su experiencia al haber interactuado directamente con la aplicación.

Para llevar a cabo la prueba de usabilidad se determino una muestra de 100 personas interesados en el tema del Instituto Tecnológico Superior de Villa la Venta. En la tabla 4.1 se muestran los resultados obtenidos en la aplicación del test. En la tabla observan los porcentajes por cada pregunta teniendo como resultado que dicho instrumento permitió constatar que la aplicación cumple con los niveles de usabilidad permitiendo el fácil manejo de la aplicación por parte de los usuarios.

No.	Preguntas del test de usabilidad	De acuerdo y totalmente de acuerdo (%)	Ni de acuerdo ni en desacuerdo (%)	En desacuerdo (%)
1	¿La interfaz de la aplicación es atractiva para usted?	79	21	0
2	¿Los colores y fondos que maneja el sistema son los apropiados para la aplicación?	92	8	0
3	¿El tamaño y tipo de letras son los adecuados para el sistema?	95	5	0
4	¿Los botones del sistema son visibles y entendibles?	95	5	0
5	¿Comprende fácilmente la información que el sistema genere?	93	7	0

6	¿Las interfaces poseen la estructura adecuada para su navegación?	89	11	0
7	¿La navegación en el interfaz del sistema es adecuado?	98	2	0
8	¿El sistema muestra la información relevante de su interés?	79	21	0
9	¿Se ha sentido satisfecho al finalizar el uso de la aplicación?	89	11	0

Tabla 4.1 Resultados del test de usabilidad

5 Conclusiones

La propuesta de la plataforma desarrollada además de integrar los elementos mínimos necesarios de un sistema de información Web: servidor Web y sistema manejador de bases de datos; provee un mecanismo de gestión de información empleando herramientas robustas y de licencia libre que permiten un diseño modular escalable que provee mantenibilidad a la plataforma.

La información generada por parte de los investigadores ambientalistas se logró estructurar de tal manera que dio bases para el diseño de la base de datos.

La plataforma XAMPP demostró ser la ideal para el desarrollo del Sistema Web ya que proporciona todos los elementos necesarios para la correcta ejecución del sistema. XAMPP es una plataforma Madura que cuenta con un soporte excelente por parte de la comunidad al momento de resolver cuestiones técnicas.

El servidor Web Apache proporciona mecanismos de seguridad y manejo de sesiones de manera nativa, lo cual agregó robustez al Sistema y la configuración fue relativamente sencilla al incluir las bibliotecas necesarias para la integración de las tecnologías utilizadas.

Actualmente las tendencias tecnológicas están enfocadas hacia los dispositivos móviles tales como aplicaciones web y multimedia abriéndose un campo de desarrollo para los mismos. Aunque no se tenía contemplado dentro de los alcances que la plataforma web se tenía que ejecutar en dispositivos móviles se realizaron pruebas en algunos modelos obteniendo como resultado que la aplicación se puede ejecutar en dispositivos móviles. Por último se concluye que la buena administración de tecnología de la información permite la integración de herramientas tecnológicas para dar solución a problemas de diferente índole que requieran del uso de las tecnologías de la información. Con esto se demuestra que las tecnologías de la información son un área cada vez más indispensable tanto en organizaciones lucrativas como en el ambiente científico.

6 Referencias

Andrade, L. & Moreano, R. (2013) Sistema de Información para la Interpolación de datos de Temperatura y de Precipitación del Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Quito, Ecuador.

Núñez E., Rodríguez, R. & Reyes, O. (2012). Sistema de Información para el Análisis de Datos del Viento. Departamento Informática. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa. Holguín.

Pressman, R. (2002). Ingeniería de Software, "Un enfoque práctico". 1ra edición. Editorial McGraw Hill.

Ruiz, J. (2012). Metodología de la investigación cualitativa. Quinta edición. Universidad de Deusto. Bilbao.

Suares, R. (2007) Tecnologías de la información y la comunicación: introducción a los sistemas de información y de telecomunicaciones. Editorial ideas propias.

Urciuolo, A. & Iturraspe, R. (2008). Patrones conceptuales para Sistemas de Información Hídrica Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

Zea, J, G. León & J. Eslava. 2001. Aplicación del sistema de asimilación de datos climáticos (CDAS) del proyecto NCEP/NCAR - REANALYSIS DATA SET - para fines climatológicos y sinópticos. Universidad Nacional de Colombia.

El uso de computadoras de placa reducida Raspberry Pi como herramienta educativa. El caso de estudio en las competencias de telecomunicaciones

Horacio Gómez Rodríguez¹, María Obdulia González Fernández², Zaira Monserrat Jiménez Franco³ y Jorge Alberto Hurtado Gutiérrez⁴

^{1, 2, 3, 4} Universidad de Guadalajara- Campus Centro Universitario de los Altos, Carretera a Yahualica, Km. 7.5 Tepatitlán de Morelos, Jalisco., 47600. México

¹horacio.gomez@cualtos.udg.mx, ²ogonzalez@cualtos.udg.mx, ³zaira.jimenez@alumnos.udg.mx, ⁴jorge.hurtado@alumnos.udg.mx

Abstract: This paper aims to design and educational proposal to use the Raspberry Pi microcomputer as a wireless access point (AP) to access the internet. This initiative aims to develop of competencies in undergraduate students in the telecommunications area. Results were satisfactory because the AP could be implemented as a project of a teacher with the group of students of the subject of operating systems and distributed systems.

Such projects promote the meaningful learning, as well the development of competencies of problems solution using free software and hardware applications.

Keywords: Single board computer, skills, telecommunication, access point y Raspberry Pi.

Resumen: El presente trabajo tiene por objetivo el diseñar una propuesta educativa para utilizar la microcomputadora Raspberry Pi como un punto de acceso (AP) para tener acceso a internet. Esta iniciativa tiene como fin el desarrollo de competencias en los estudiantes de pregrado en el área de las telecomunicaciones. Cabe mencionar que los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se pudo implementar el AP como proyecto de un docente con un grupo de estudiantes de la asignatura de sistemas operativos y sistemas distribuidos.

Este tipo de proyectos promueven el aprendizaje significativo, además del desarrollo de competencias de solución de problemas utilizando aplicaciones de hardware y software libre.

Palabras claves: computadora de placa reducida, competencias, telecomunicación, punto de acceso y Raspberry Pi.

1. Introducción

Actualmente la arquitectura de los sistemas computacionales ha evolucionado a partir de las diferentes tecnologías emergentes. Es por ello que para dicho trabajo nos centraremos en las microcomputadoras de placas reducidas mejor conocidas como Single Board Computer (SBC) que en la actualidad han cambiado dramáticamente en la última década a partir de su estructura inicial fue una simple extensión de la arquitectura de un bus común utilizado por el microprocesador.

De acuerdo con el autor [1] en el desarrollo de los SBC existe una tendencia hacia un mercado emergente a partir de la evolución de la tecnología y de las necesidades económicas que ha generado nuevos estándares.

Este tipo de computadoras llama su atención por su bajo costo y su aplicación en diferentes proyectos educativos que permiten al estudiante resolver problemas reales. Al mismo tiempo iniciar la investigación temprana en las ciencias computacionales. Por ello que el objetivo del presente trabajo es presentar una propuesta educativa del uso del Raspberry Pi como una herramienta que permita mediar el desarrollo de habilidades en los estudiantes de las ciencias computacionales. Principalmente por su costo y amplia gama de aplicaciones en las que se puede desarrollar con este tipo de microcomputadoras.

2 Las computadoras de placa reducida y sus características

Las computadoras de placa reducida son herramientas que en la actualidad se han popularizado principalmente con fines académicos en las instituciones educativas, donde podemos encontrar los Microcontroladores y las Microcomputadoras. Esto se debe a que dichas tarjetas cuentan con las características de ser una placa de

tamaño reducido de bajo costo y consumo de energía eléctrica. Además de que soportan un sistema operativo real.

Este tipo de computadoras son consideradas como potentes ya que están formadas por una única placa donde se encuentran los componentes necesarios que conforman un computador [2]. Es decir en una misma placa se encuentran los dispositivos de entrada y salida, la memoria y el procesador. Aunque su capacidad de procesamiento es moderada, el estar ensamblado en una misma placa permite el ahorro de energía por lo que se puede generar múltiples aplicaciones.

La evolución de los SBC como se mencionó anteriormente han adaptado a los nuevos estándares como la rapidez del procesamiento, la capacidad de la memoria y expansión a través de los dispositivos de E/S. Las posibilidades al usar SBC son: Reducir el tiempo en el desarrollo de aplicaciones, aumentando la fiabilidad, reducción de riesgos y costos [1].

2.1 Características y funcionamiento del Raspberry Pi

La placa reducida Raspberry Pi fue creada en Reino Unido por la fundación Raspberry Pi, su primer lanzamiento se dio en el 2012, dicha tarjeta cuenta con las características de ser una placa de tamaño reducido, con bajo gasto de energía eléctrica que soporta un sistema operativo real. Inicialmente fue diseñada como una herramienta con fines educativos con el objetivo de que los estudiantes aprendieran a programar, se familiarizaran con el funcionamiento de las redes y de los sistemas electrónicos, como el hardware y la conexión de sensores aplicados a la solución de problemas reales.

En la actualidad dicha microcomputadora se está posicionando gracias a que ha sido adoptada por profesionales a partir del interés por los SBC. Actualmente existen cuatro modelos, siendo el Raspberry Pi 3 Modelo B el más actual lanzado en el 2016. Este cuenta con un Quad-Core, de 900MHz a 1.20GHz, la memoria RAM de 1GB incluye un módulo de Wifi y Bluetooth [3]. Su estructura se presenta en la figura 1.

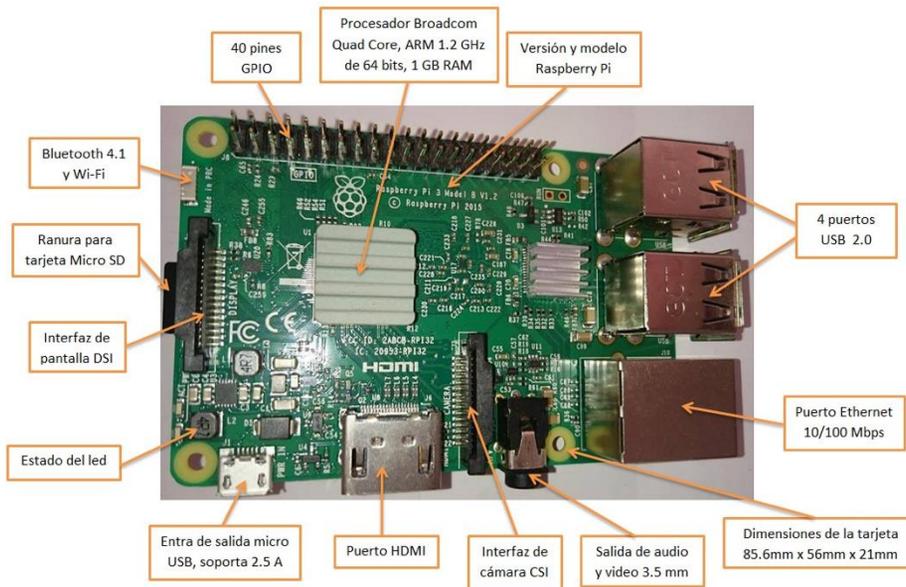


Fig. 11. Componentes de la placa Raspberry Pi Modelo B.

Existen varias investigaciones que han adoptado el uso de la tarjeta Raspberry Pi como es el proyecto de [4] los cuales desarrollaron una red de comunicación con XBee utilizando un Raspberry Pi con conexión a una base de datos remota. En este mismo sentido se encuentra el desarrollo de [5] implementando con un Raspberry Pi en la evaluación de datos de nivel de radiación solar. Por último mencionar el caso de [6] que generaron una aplicación con un módulo GPS para el control de velocidad y posicionamiento. Estos son algunos de los proyectos que pueden ser desarrollados a partir de la aplicación y desarrollo de dicha tecnología. Por lo que ésta es una herramienta que puede ayudar a promover la solución de casos prácticos por parte de los alumnos en proyectos reales y desarrollar las competencias necesarias para la vida profesional.

3 Propuesta metodológica.

El uso de computadoras de placa reducida tiene gran variedad de proyectos para enseñar, aprender y posibilidad de realizarlos en la página de raspberrypi.org muestra la función de cada uno, mostrando las competencias que aprenderá el estudiante, muestra el programa de actividades, lista de materiales para realizarlo y las lecciones necesarias para terminar el proyecto.

Los proyectos en los cuales se puede combinar con Raspberry Pi tiene un gran impacto para utilizarlas en la configuración e instalación de varias aplicaciones en el área de redes, electrónica y programación, utilizando herramientas como Python, java, scratch y combinarlo con la consola de comandos, y de esta forma obtener experiencia en diferentes plataformas y la posibilidad de utilizarlos en clases para complementar los programas de estudios mejorando los conocimientos.

Los puntos de acceso son utilizados para incrementar el área de cobertura de red, en donde no siempre es viable realizar la instalación del cableado por cual las redes inalámbricas cobran fuerza al ofrecer movilidad para los usuarios, sacrificando un poco en la velocidad de transferencia.

3.1 Sistema operativo

Rasbian es el sistema operativo oficial basado en debían compatible utilizado para las computadoras de tamaño reducido al igual que NOOBS, existen otras versiones Ubuntu mate, Windows 10 entre otros. El software está orientado para educación, programación, matemáticas y Python, cuenta con soporte para actualizarlo e instalar diferentes aplicaciones, lo cual le permite combinar software, hardware y componentes electronicos para realizar proyectos escolares, generando habilidades en los alumnos. [7]

Utilizar una memoria SD para transferir el sistema operativo de Rasbian para después terminar el proceso de actualización desde la consola. Se recomienda utilizar una memoria mayor o igual a 32 GB para contar con suficiente espacio de almacenamiento.

3.2 Requerimientos.

Es necesario contar con lo siguiente para instalar y configurar el Raspberry Pi para utilizarlo como un punto de acceso a través del cual tendremos el servicio de internet para conectar varios dispositivos.

- Raspberry Pi
- Tarjeta SD de 32 GB
- Adaptador Wifi USB
- Cable Ethernet directo

4 Resultados de la experiencia

A continuación se describe el proceso que se siguió el docente con un grupo de estudiantes de ingeniería en computación de 6to semestre, utilizando como caso práctico el uso de una computadoras de placa reducida como un punto de acceso, experiencia que permitió a los estudiante integrar varios de sus conocimientos y competencias.

4.1 Configuración del Raspberry Pi en Punto de acceso.

Es importante realizar varias acciones previas para iniciar con el proceso de instalación y configuración del punto de acceso en el Raspberry como son:

1. Actualizar paquetes y las versiones del sistema operativo Rasbian utilizando los repositorios, con el comando apt-get una característica en las distribuciones Debian, por el cual es importante estar conectado a internet.

```
sudo apt-get -y update (-y para omitir la pregunta y continuar)
```

2. Aplica los cambios de las nuevas versiones de los paquetes actualizados
`sudo apt-get -y upgrade`

3. Es importante actualizar el kernel del sistema operativo para mejorar la gestión de energía.

`sudo rpi-update`

4. Instalar el paquete `hostapd` para convertir el raspberry en punto de acceso.

`sudo apt-get install hostapd`

5. Instalar el servidor de protocolo de configuración dinámica de host (`dhcp`) para prestar las direcciones IP a los usuarios permitiendo el acceso y servicio de internet.

`sudo apt-get install isc-dhcp-server`

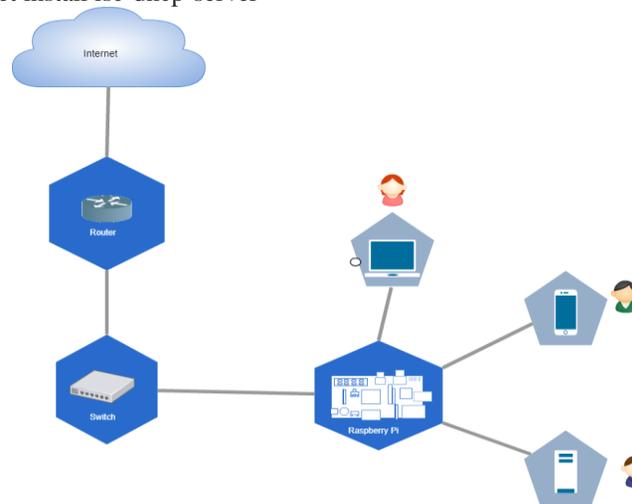


Fig. 12 . Diagrama de relación de componentes del Raspberry Pi como punto de acceso.

La configuración del servidor DHCP permite prestar una dirección IP que este dentro del rango predeterminado por el administrador, donde también se especifica mascara de subred, puerta de enlace, servidores DNS y duración del préstamo de la misma, asignando una IP a cada usuario y de esta forma conectarlo a internet. El archivo donde se realiza lo antes mencionad es el `dhcpd.conf` bajo el directorio de `/etc`, también es necesario comprobar el funcionamiento utilizando los siguientes comandos:

<code>sudo service isc-dhcp-server start</code>	Iniciar el servicio
<code>sudo service dhcp-server status</code>	Revisar el estado del DHCP
<code>sudo service dhcp-server stop</code>	Detener el servicio

El administrador de red es el encargado de la configuración del servidor DHCP para asignar y repartir las direcciones IP en la red local, agregando lo siguiente: La dirección de subred la cual identifica a la red, mascara de subred, rango de direcciones IP disponibles, dirección de broadcast utilizada para encontrar los dispositivos, puerta de enlace que es la dirección del router, especificar el tiempo del préstamo de la dirección IP y los servidores DNS.

En la siguiente imagen se muestra la configuración necesaria para utilizar el servidor DHCP.

```
subnet 192.168.50.0 netmask 255.255.255.0 {  
  range 192.168.50.10 192.168.50.50;  
  option broadcast-address 192.168.50.255;  
  option routers 192.168.50.1;  
  default-lease-time 600;  
  max-lease-time 7200;  
  option domain-name "local";  
  option domain-name-servers 8.8.8.8, 8.8.4.4;  
}
```

Fig. 13. Configuración del préstamo de IP del servidor DHCP.

5 Conclusiones y futuros trabajos

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del uso de la microcomputadora Raspberry Pi como un access point permite demostrar que a través del uso de computadoras de placa reducida se pueden generar proyectos escolares invitando a los estudiantes a resolver problemas reales, por ello se puede aplicar y desarrollar habilidades en diferentes áreas de las ciencias computacionales a través de proyectos con este tipo de tecnología. Por lo tanto, sin la implementación de este tipo de hardware y software en el aula es un reto donde la figura del docente con una adecuada formación científica, técnica, pedagógica teniendo la capacidad de explotar dichos recursos desarrollando habilidades y competencias en los alumnos para la vida laboral.

El Raspberry Pi es la base para realizar una gran variedad de proyectos educativos orientados en las ciencias computacionales, teniendo impacto significativo en el aprendizaje del alumno. Así como también desarrollar nuevas tecnologías que permitan resolver problemas del contexto inmediato del alumno.

References

- [1] R. A. Burckle, "The Evolution of Single Board Computers," 2014. [Online]. Available: https://connectedworld.com/wp-content/uploads/2014/07/Whitepaper_WinSystems_TheEvolutionOfSingleBoardComputers.pdf. [Accessed 5 2017].
- [2] D. Pérez Carazo, Registrador de datos autónomo con Arduino, 1 ed., Santander: Universidad de Cantabria, 2015.
- [3] C. Ortmeier, "A Brief History of Single Board Computers," Electronic design, vol. ISSUE 06, no. December 2014, pp. 1-11, 2014.
- [4] C. Espinoza, C. Cando and C. Valdivieso, "Red de comunicación XBee entre minicomputadora Raspberry PI y PC con capacidad Wifi para el almacenamiento de información en Bases de datos remota.," 10 2013. [Online]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25456>. [Accessed 2017 05 10].
- [5] E. J. Carpio Inga, B. W. Puelo Candela and C. Valdivieso Armendariz, "Utilización de la minicomputadora raspberry pi para la adquisición y evaluación de datos de niveles de radiación solar," 06 2014. [Online]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25442>. [Accessed 05 2017].
- [6] F. R. Chavez Castrillon, C. G. Yuquilema Leon and C. Valdivieso Armendariz, "Aplicaciones con minicomputadores raspberry pi provisto de módulo gps y acelerómetro para control de velocidad y posicionamiento," 06 2014. [Online]. Available: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/25416>. [Accessed 05 2017].
- [7] Raspberry Pi Foundation, Raspberry, www.raspberrypi.org, Julio 2017.

Implementación de la Trayectoria Académica Especializante de Fundamentos de Electrónica y Robótica en el Sistema de Educación Media Superior de la Universidad de Guadalajara

Innovación en planes y programas de estudio de TIC

Carlos Jesahel Vega Gómez¹, Irene Gómez Jiménez², José de Jesús Ramírez Flores²

¹ Centro Universitario de Tonalá, Universidad de Guadalajara, Av. Nuevo Periférico #555, CP 45425, Tonalá, Jalisco, México carlos.vega@cutonala.udg.mx

² Escuela Preparatoria #19, Universidad de Guadalajara, Paseo del Almendro s/n Esq. Lucio Blanco, CP 45200, Zapopan, Jalisco, México irene.gomez@academico.udg.mx jjramirezf@sems.udg.mx

Resumen: El presente trabajo titulado "Implementación de la Trayectoria Académica Especializante (TAE) de Fundamentos de Electrónica y Robótica en el Sistema de Educación Media Superior (SEMS) de la Universidad de Guadalajara" muestra los pasos a seguir para la implementación del estudio de la electrónica y la robótica en estudiantes de la Preparatoria #19. En este trabajo se explican los motivos de instalar y operar un laboratorio de robótica, se plantea el proceso de integración de recursos humanos, la elaboración del programa académico, la necesidad de desarrollar textos que faciliten el aprendizaje y se muestran los resultados alcanzados hasta el momento con los estudiantes que se encuentran estudiando en dicha trayectoria.

Abstract: The present work entitled "Implementation of the Academic Specialization Trajectory (TAE) of Fundamentals of Electronics and Robotics in the Higher Education System (SEMS) of the University of Guadalajara" shows the steps to follow for the implementation of the study of Robotics in high school students # 19. This paper explains the reasons for installing and operating an electronics and robotics laboratory, the process of integrating human resources, the elaboration of the academic program, the need to develop texts that facilitate learning, the results achieved until the moment with the students who are studying in this trajectory.

Palabras clave: Aprendizaje de la electrónica y robótica, Aprendizaje Colaborativo.

1 Introducción

El Silicon Valley de México se encuentra en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), en el Estado de Jalisco. Según datos de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología de Jalisco, esta región exporta anualmente 21 millones de dólares en el sector de servicios y productos tecnológicos. La ZMG alberga empresas como IBM, Oracle, HP, Intel, Astra-Zéneca, por mencionar algunas. Además las universidades públicas y privadas dentro de su oferta académica cuentan con carreras que favorecen la generación de recursos humanos para fortalecer el sector.

Sin embargo, ciertas localidades cercanas a la ZMG o en la propia periferia tiene índices de marginación urbana de niveles medio a muy alto, con un porcentaje del 52% (CONAPO 2010). Así pues, cerca de estas localidades o en ellas, la Universidad de Guadalajara dispone de instalaciones de nivel medio superior en la que se oferta un Bachillerato General por Competencias (BGC) en el que desde el tercer semestre el estudiante selecciona una Trayectoria Académica Especializante (TAE), que le permite lograr un perfil deseado con base a sus intereses.

2 Tesistán y la escuela preparatoria #19 de la Universidad de Guadalajara

La escuela preparatoria se encuentra en la delegación municipal de Tesistán la cual cuenta con una población de 62,397 personas (INEGI 2010), perteneciente al municipio de Zapopan, Jalisco, a 27 km de Guadalajara. Es una localidad en la que su población se dedica desde los 12 años a la agricultura y ganadería, y su mayor porcentaje de escolaridad es en nivel secundaria. Además, está creciendo de forma acelerada por la construcción de nuevos fraccionamientos, lo que demanda una oferta de servicios, entre ellos los educativos. Es por esto que la Universidad de Guadalajara construyó las instalaciones de la Escuela Preparatoria # 19 para fortalecer y llevar los servicios a esta comunidad.

Este plantel inicia operaciones en febrero de 2013 y cuenta actualmente con una matrícula de 1,806 alumnos, una planta de 51 docentes y 21 administrativos. En estas instalaciones se ofertan 14 TAE siendo, creación de dibujo y pintura, elaboración de alimentos, expresión teatral, fotografía digital, fundamento de electrónica y robótica, fundamentos de diseño de modas, gestión de la salud, interpretación y creación musical, programación web, promoción de la lectura, protección civil, emprendurismo, agricultura urbana, y yoga. La TAE de fundamentos de electrónica y robótica inicia en el calendario 2016 B, que corresponde al mes de agosto de 2016.

3 Metodología de trabajo

Para el desarrollo de la trayectoria se realizaron los siguientes pasos que facilitaron su implementación, mismo que se desarrollarán en esta sección:

- Perfil docente que participa en la TAE.
- Planeación y adquisición de equipamiento del laboratorio de robótica.
- Desarrollo del programa académico de la trayectoria académica.
- Elaboración de los primeros recursos didácticos.

Cada una de estas actividades fue planeada y concebida con el interés de implementar un programa pertinente, actual, tecnológico, y ofrecer una oferta educativa novedosa para los estudiantes, acercando estos recursos a la comunidad.

3.1 Perfil del docente que participa en la TAE

El docente a cargo del grupo en el espacio del laboratorio es pieza clave en el desarrollo de las competencias en el estudiante, también los docentes que imparten las unidades de aprendizaje de: matemáticas, física, comprensión de la ciencia, tecnologías de la información y comunicación, entre otras, tienen una gran contribución en las actividades y la generación de conocimiento de la misma TAE. “Profesores que sean capaces de ayudar y orientar a sus alumnos, no sólo para que adquieran conocimientos básicos, sino también para que sean conscientes de su identidad, tolerantes, abiertos a los otros y a otras culturas”[1]

El personal que imparte clases en la TAE de Fundamentos de electrónica y robótica son Ingenieros en Mecatrónica e Ingenieros en Comunicaciones y Electrónica, con estudios en Competencias Docentes para la Educación Media Superior, por lo que es importante que el docente se encuentre preparado en los temas que se desarrollan en los contenidos de las unidades de aprendizaje, pero a su vez, conozca y sea un facilitador que permita que el estudiante desarrolle las competencias necesarias. “Los docentes deben utilizar las habilidades que adquieren luego de años de experiencia y ser diseñadores de experiencias de aprendizaje”. [2]

3.2 Planeación y adquisición de equipamiento del laboratorio de Robótica

El laboratorio de robótica fue planeado para que los alumnos trabajen y tengan un aprendizaje colaborativo, para la adquisición del equipo se conceptualizó pensando en las competencias y actividades que los estudiantes deberían de obtener del mismo. La disposición del laboratorio se encuentra con 6 mesas redondas para el trabajo de 5 estudiantes en cada una de las mesas, en las que se tiene: equipo de cómputo, Set de educación Robot lego mindstorm EV3, tarjetas Arduino uno, juegos de sensores, osciloscopio, generador de funciones,

múltímetro y caudín, además cuenta con una impresora 3D Maker Mex, herramental, pintarrón interactivo, pantalla smart y un drone DJ Phantom 2.



Fig. 1 Laboratorio de Robótica

3.3 Desarrollo del programa de la trayectoria académica

La TAE se compone de cuatro unidades de aprendizaje “Al término de la trayectoria el estudiante será capaz de analizar, diseñar y construir sistemas electrónicos y robóticos básicos, además tendrá los conocimientos fundamentales de electricidad y electrónica, para que pueda aplicar dichos conocimientos a la solución de problemas de electrónica básica”. [3] La trayectoria consta de 158 horas práctica y 70 horas de teoría a cursar en 2 años, con la siguiente estructura:

- Conceptos y fundamentos de circuitos eléctricos: Identifica y analiza la naturaleza de la electricidad, las propiedades de los materiales y los aspectos relacionados con los fenómenos eléctricos y aplica diferentes métodos de solución a problemas de circuitos eléctricos, además contrasta los resultados obtenidos con las mediciones y magnitudes eléctricas, para resolver problemas de la vida diaria relacionados a su entorno inmediato.
- Electrónica analógica y digital: Interpreta el funcionamiento y distingue la importancia de la electrónica analógica y digital, para comprender como ambas se encuentran en diferentes aspectos de su vida cotidiana y como se pueden identificar y utilizar.
- Programación de sistemas electrónicos: Identifica y analiza el lenguaje de programación de software y hardware libre de la tarjeta arduino, para desarrollar y diseñar prototipos electrónicos con el uso de sensores.
- Robótica básica: Soluciona los problemas de la vida cotidiana, a partir del uso de la electrónica y robótica, para responder a diversas necesidades.

La trayectoria se elaboró considerando el equipo que se solicitó y el cual se adquirió, por lo que la elaboración de los contenidos fue paralela a la adquisición, permitiendo instrumentar las prácticas que los jóvenes deberán implementar en la ruta formativa.

3.4 Elaboración de los primeros recursos didácticos

Parte importante de las actividades de los docentes fue la revisión de bibliografía, sin embargo, dicha información está diseñada para niveles de estudios superiores y no con el enfoque en competencias que maneja la Reforma Integral de Educación Media Superior (RIEMS), y que de ella se elaboró dicha trayectoria. Además los libros tienen un costo elevado para los estudiantes de nivel bachillerato, por tanto se decidió el elaborar la bibliografía necesaria para la TAE, con la intención de bajar los costos para los estudiantes y que puedan tener bibliografía adecuada a su nivel de estudios. “La educación se vuelve cada vez más competitiva y para alcanzar un mejor nivel educativo se requiere del apoyo de recursos que favorezcan el proceso de enseñanza de los estudiantes, como lo son los materiales didácticos, su uso tiende a guiar y motivar al estudiante en la construcción del conocimiento, es decir, que sirvan de apoyo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes mediante publicaciones de sistemas pedagógicos innovadores utilizando herramientas tecnológicas” [4].

El primer libro que se editó fue “Principios de circuitos eléctricos I, enfoque por competencias”, el segundo libro es “La electrónica analógica y digital, enfoque por competencias”, el cual se encuentra en impresión, el tercer libro se está elaborando; cada uno de ellos corresponde a la unidad de aprendizaje correspondiente al semestre cursado y son elaborados por los docentes de la TAE.



Fig. 2. Libro de Principios de Circuitos Eléctricos I, Enfoque por competencias.

Resultados

Para referir al año que ha cumplido la TAE en la preparatoria 19, se definieron algunas preguntas de evaluación que permitan ir valorando los resultados, con la intención de generar mejoras en el servicio y conocer las necesidades de los estudiantes. Esta encuesta se realizó y fue contestada por el 100% de los estudiantes que cursan la TAE.

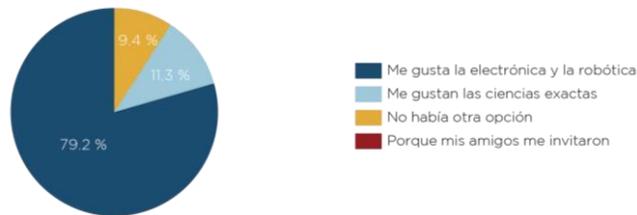


Fig. 3. ¿Por qué estudiar la TAE de Fundamentos de Electrónica y Robótica?

En la figura 3 el 90.5% tiene un interés en las ciencias exactas e ingenierías, mientras que el 9.4% no tenía otra opción de programa educativo. Algunas de las preguntas y respuestas son las siguientes:

¿Consideras que las clases de tus Maestros de electrónica y robótica son?

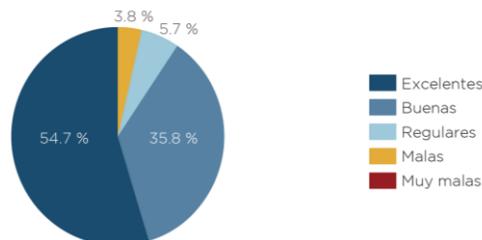


Fig. 4. Percepción de las clases en el aula.

En la figura 4 el 90.5% aprueba con nivel de bueno y excelente la cátedra de los docentes que imparten la TAE.

¿Consideras que tus Maestros de electrónica y robótica tienen las competencias para la impartición de las clases?

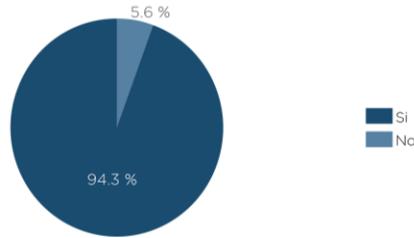


Fig. 5. Percepción de competencias en los docentes.

En la figura 5 el 94.3% considera competentes a los docentes en la impartición de las clases de electrónica y robótica.

¿El equipo con que cuentas en el laboratorio te parece suficiente?

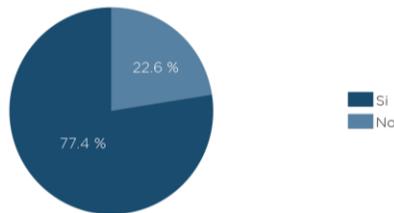


Fig. 6. Apreciación de equipamiento en laboratorio

En la figura 6 el 77.4% considera que el equipo con el que cuenta el laboratorio es suficiente para sus actividades académicas.

¿La información del libro de texto de Principios de Circuitos Eléctricos te pareció?

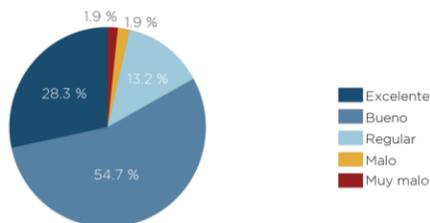


Fig. 7. Evaluación del libro de Principios de Circuitos Eléctricos.

El 83% de los estudiantes consideran de bueno a excelente el libro que es el material didáctico base, elaborado por los docentes de la TAE y el 3.8 % no lo consideran adecuado.

¿Qué es lo que más te agrada de la TAE?



Fig. 8. Percepción general de la TAE.

La pregunta fue abierta y se podían seleccionar los 4 rubros, sin embargo, los estudiantes seleccionaron que lo que más les gusta de la TAE son el plan de estudios y el laboratorio de robótica, ambos con un 47.2%, siguiendo la elección de los docentes con un 32.1% y al final el trabajo colaborativo con sus pares con un 24.5%.

¿Consideras que la TAE te ha servido en tu vida cotidiana?

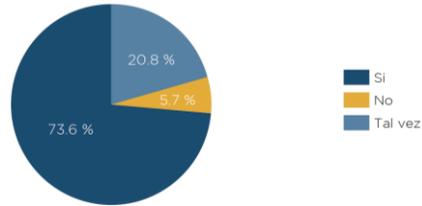


Fig. 9. La vida cotidiana y la TAE

La figura 9 muestra si los estudiantes consideran que la TAE ha servido en sus actividades en la vida cotidiana a lo que el 73.6% menciona que sí, el 20.8% que tal vez y un 5.7% que no.

Conclusiones

La incorporación de docentes con un perfil técnico para este tipo de trayectorias, resulta pertinente en la percepción y en la aprobación de los alumnos y su desempeño, ya que el índice de aprobación de la TAE es de 92.45%. La adquisición de tecnologías actuales y de vanguardia en el laboratorio de robótica, es uno de los grandes éxitos para que los estudiantes tengan acceso a tecnologías que por sus costos no tendrían acceso. Un plan de estudios elaborado a partir de las competencias que se espera en los alumnos, la cual fomenta en ellos el interés por desarrollar sus conocimientos y habilidades. La evaluación de la percepción de los estudiantes permite a la alta dirección establecer estrategias de mejora en las áreas de oportunidad y mantener las expectativas de los estudiantes. El desarrollo de material didáctico como son los libros, permite que los estudiantes tengan acceso a temas pertinentes y que se tenga la posibilidad de actualizar contenidos, además de contar con una guía que se relaciona con el plan de estudios. La importancia es acercar estas tecnologías, no sólo a los estudiantes de la preparatoria #19, si no a los estudiantes de las escuelas preparatorias del SEMS, es parte de la proyección que tiene la TAE, lograr que más jóvenes se interesen y busquen herramientas para sus proyectos, esto facilita la apropiación de la misma. La TAE de fundamentos de electrónica y robótica ha permitido que docentes de otras escuelas preparatorias se acerquen a conocer la trayectoria y mostrar interés en utilizarla. Para finalizar, es gratificante observar que los estudiantes en una región como Tesislán están relacionando la TAE con actividades que corresponden a su vida cotidiana, como ejemplo de ello, uno de los estudiantes está trabajando un proyecto de domótica en su casa controlado con el uso de su celular y sensores. Respecto a la relación con el sector productivo los estudiantes han tenido contacto con las dos ediciones de Campus Party y el 67 th International Astronautical Congress, ambos eventos han permitido conocer los avances en la industria y las actividades que se desarrollan con la electrónica y la robótica. En este semestre se contemplan tres visitas, una a la hidroeléctrica el Cajón de la Comisión Federal de Electricidad, otra propuesta es a una refresquera y otra al sector de manufactura electrónica. Estas actividades dan como resultado que el Bachillerato General por Competencias de la Universidad de Guadalajara, está cumpliendo con sus objetivos, los cuales son que el egresado tenga un alto sentido humanista, centrado en el aprendizaje, con una orientación constructivista basada en competencias y otorgar al individuo una cultura general para que pueda desempeñarse en los ámbitos científico, tecnológico, social, cultural y laboral.

Referencias

- [1] SEP (2012) Secretaría de Educación pública
La visión de la educación básica y el perfil de los maestros, Formación Docente
- [2] <https://juandomingofarnos.wordpress.com/2011/02/06/tecnologia-educativa-y-roles-deprofesores-y-alumnos-en-un-mundo-2-0/>

[3] Sistema de Educación Media Superior Universidad de Guadalajara
[http://www.sems.udg.mx/sites/default/files/BGC/TaesActualizadas/GRAL_FUNDAMENTOS_
DE_ELECTRONICA_Y_ROBOTICA.pdf](http://www.sems.udg.mx/sites/default/files/BGC/TaesActualizadas/GRAL_FUNDAMENTOS_DE_ELECTRONICA_Y_ROBOTICA.pdf)

[4]. María Guadalupe Bautista Sánchez, Aldo Raudel Martínez Moreno y Reynaldo Hiracheta Torres Ciencia y Tecnología, 14, 2014, pp. 183-194, El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC's) para mejorar el alcance académico.