



# Emprendiendo Innovaciones con Tecnologías Exponenciales



**EDITORES:**

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

**EDITORIAL:**

ALFA-OMEGA GRUPO EDITOR S.A DE C.V.

**ISBN:**

978-607-538-373-6

**LUGAR:**

MEXICO, CIUDAD DE MÉXICO.

**FECHA DE PUBLICACIÓN:**

DICIEMBRE DE 2018

# Índice

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>COMITÉ REVISOR</b> .....	<b>9</b>
<b>I. BIG DATA</b> .....	<b>11</b>
ANÁLISIS DEL NIVEL DE UTILIZACIÓN DE LAS HABILIDADES COMPUTACIONALES (Internet, Dispositivos electrónicos, Gestores de Contenido y Sistemas Operativos), DE LOS ESTUDIANTES DE LAS IPEMS DEL ESTADO DE ZACATECAS .....	19
<b>II. COMPETENCIAS EN TIC</b> .....	<b>25</b>
Análisis comparativo entre dos Middlewares para clusters HPC .....	26
Métricas para evaluación de frentes de Pareto en un problema multiobjetivo de transporte público .....	32
Competencias en el Programa de Sistemas Computacionales, la valoración del alumno .....	39
<b>III. CÓMPUTO OBICUO</b> .....	<b>46</b>
Esteganografía en videos capturados por un Dron .....	47
<b>IV. CONTENIDOS ABIERTOS</b> .....	<b>55</b>
Economía de Tijuana Aplicando Industria 4.0 .....	57
El uso del vídeo como elemento de apoyo didáctico en el proceso de enseñanza de las matemáticas .....	65
Ibooks para el desarrollo de la competencia lectora en la edad temprana .....	70
Sistema de lectura asistida para niños .....	76
Laboratorio Virtual de Matemáticas bajo en el paradigma de Educación Basada en Web .....	86
Laboratorio Virtual para la Comprensión Lectora bajo en el paradigma de Educación Basada en Web .....	93
<b>V. EDUCACIÓN EN TI</b> .....	<b>100</b>
Las TIC en la Empresa .....	101
Implementación de un Modelo de Gestión de Conocimiento Matemático en la Educación .....	108
<b>VI. E-ECONOMÍA</b> .....	<b>114</b>
El uso de las nuevas tecnologías como apoyo a la sustentabilidad en el hogar .....	115
Comercio Electrónico Móvil en México y España .....	123
<b>VII. E-EDUCACIÓN</b> .....	<b>128</b>
Monitoreo de aplicaciones web .....	129
Responsabilidad social de las TIC en el sistema de innovación del estado de Guanajuato .....	135
Análisis Comparativo de Herramientas de Modelado IFML .....	141
Modelo de Coaching de difusión y divulgación en el seguimiento de egresados para la inserción en el mercado laboral .....	147
<b>VIII. E-LEARNING</b> .....	<b>157</b>
Estudio de Factibilidad de la Licenciatura en Informática en la Región Oriente del Estado de Morelos y sus Elementos Académicos .....	158
"QRAPP": Acceso Libre al Aprendizaje como Recurso Educativo Abierto .....	164
Mejora en la calidad de los programas realizados en Lógica de Programación al aplicar una metodología básica de desarrollo .....	171

Prototipo inclusivo para Apoyar el Examen de Admisión en estudiantes con discapacidad visual.....	176
DIAGNÓSTICO DE COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS DE PERSONAS JÓVENES Y ADULTAS (PJA) DE OCHO COMUNIDADES RURALES DEL SUR DE YUCATÁN.....	182
El uso de m-learning y del u-learning para desarrollar las competencias de los estudiantes en las materias de Informática I y II del bachillerato modalidad mixta.....	190
<b>IX. EMPRENDIMIENTO.....</b>	<b>195</b>
ANÁLISIS DEL EFECTO SOCIAL DE UN REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL DE ACCESO ABIERTO, COMO ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN Y PRESERVACIÓN DE CONTENIDOS ACADÉMICOS Y DE INVESTIGACIÓN, PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS.....	196
LavanderiApp: aplicación desarrollada con procesos centrados en el usuario y métodos ágiles de programación.....	215
SMART GYMNASTICS “La evolución del entrenamiento” Software de análisis de técnicas deportivas. ....	223
Aplicaciones de Computación Contextual y Localización en Interiores en campus Universitario a través de Beacons.....	230
<b>X. EQUIDAD DE GÉNERO.....</b>	<b>239</b>
Acceso a las TIC por las estudiantes mujeres de la Unidad Académica de Economía, UAN.....	241
<b>XI. ESTEGANOGRAFÍA.....</b>	<b>247</b>
Comparación de Enfoque Tradicional a Enfoque por Competencias Utilizando Aprendizaje Basado En Proyectos en los Alumnos de Nivel Superior.....	248
Hacia el desarrollo de tiftotecnología con software libre como apoyo a la enseñanza de geometría. ....	256
<b>XII. FUTURO DE LAS TIC.....</b>	<b>264</b>
Las Herramientas Informáticas como Estrategia en la Toma de Decisiones Enfocadas en los Impactos Ambientales.....	265
Development of a management system for Taekwondo tournaments.....	271
Automatizando la Detección de Virus PHYVV y PEPGMV en Hojas de Bell Pepper por Medio de Modelos Predictivos.....	279
Prototipo de asistente inteligente para personas con discapacidad auditiva.....	285
<b>XIII. INGENIERÍA DE SOFTWARE.....</b>	<b>291</b>
Internet of things on Smart warehouse in Industry 4.0.....	293
Impacto de la minería de datos en las Pymes de México.....	299
Minería de datos para establecer un modelo didáctico para prevenir enfermedades zoonóticas en el Oriente del Estado de Yucatán.....	303
Optimización del proceso de certificación para laboratorios metrológicos bajo el estándar ISO/IEC 17025:2005.....	314
Modelo de regresión lineal basado sensores de movimiento y de frecuencia cardiaca para estimar el gasto energético.....	321
<b>XIV. INGENIERÍA WEB.....</b>	<b>327</b>
TlaqueAR: Una aplicación móvil turística de la zona centro de Tlaquepaque, Jalisco, México.....	329
<b>XV. INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....</b>	<b>336</b>
Prediagnóstico del Trastorno del Espectro Autista utilizando Random Forest.....	338
<b>XVI. INTELIGENCIA DE NEGOCIOS.....</b>	<b>345</b>
Bolay una visión a la seguridad móvil en Android.....	347
Diseño de un Criptosistema de Firma Digital.....	353
<b>XVII. INTERNET DE LAS COSAS.....</b>	<b>360</b>
Metodología de Desarrollo de Aplicaciones del Internet de Las Cosas (MeDAIC).....	362
<b>XVIII. MATEMÁTICAS COMPUTACIONALES.....</b>	<b>370</b>
Procesamiento de imágenes para monitoreo de cultivos basado en el índice de biomasa NDVI.....	372
Diseño de un indicador de temas de interés en redes sociales.....	383
<b>XIX. SISTEMAS OPERATIVOS.....</b>	<b>390</b>
Un algoritmo distribuido con servidor central y paso de mensajes para la exclusión mutua, el caso de estudio de las torres de hanoi.....	392

XX. SIMPOSIO DE POSGRADO .....	399
Modelo para la implementación de Transporte Público Inteligente basado en la arquitectura Smart City y utilizando las herramientas de Cloud Computing .....	401
Desarrollo de metodología para software colaborativo educativo para inclusión de personas con discapacidad considerando la UX(MCED). .....	407
Ganadores del Certamen Nacional de Tesis de Informática y/o Computación ANIEI 2018 .....	417
<b>SEMBLANZA DE LOS EDITORES .....</b>	<b>419</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>420</b>

## 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 “Emprendiendo Innovaciones con Tecnologías Exponenciales”, organizado en veinte y uno 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 Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Centro de Investigación en Computación (CIC)-IPN, Fundación Universitaria de Popayán, Sede Claustro San José, Instituto Politécnico Nacional IPN - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas UPIICSA-SEPI, Instituto Politécnico Nacional IPN - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas UPIICSA, Instituto Politécnico Nacional IPN-ESCOM, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Instituto Tecnológico de Culiacán, Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Instituto Tecnológico Superior de Centla ,Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos- División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Estado de México, Instituto Universitario de Ciencias Médicas y Humanísticas de Nayarit, Intel Guadalajara Design Center, Nova Southeastern University ,Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlalnepantla ,Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Tizimín, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Veracruz, Tijuana Institute of Technology, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Contaduría y Administración Campus I, Universidad Autónoma de Nayarit, Universidad Autónoma de Nayarit- Unidad Académica de Economía, Universidad Autónoma de Nayarit, Campus Tepic ,Universidad Autónoma de Sinaloa, Universidad Autónoma de Sinaloa- Facultad de Ingeniería Mochis, Universidad Autónoma de Sinaloa-Facultad de Mazatlán, Universidad Autónoma de Tamaulipas Campus Cd. Victoria, Universidad Autónoma de Yucatán, Universidad Autónoma de Yucatán - Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Autónoma del Estado de Morelos- Escuela de Estudios Superiores de Atlatlahucan, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Universidad de Colima, Universidad de Guadalajara, Universidad de Guadalajara- Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara- Centro Universitario de la Costa ,Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Universidad de La Salle Bajío, Universidad del Caribe, Universidad del Noreste A.C., Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Universidad Juárez Autónoma de

Tabasco, División Académica de Informática y Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México- Facultad de Estudios Superiores Acatlán División de Matemáticas e Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México-DGTIC, Universidad Politécnica de Querétaro, Universidad Politécnica del Valle de México, Universidad Politécnica del Valle de México, Universidad Tecnológica de Jalisco, Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Universidad Veracruzana.

Cabe señalar que esta obra representa un primer esfuerzo que la ANIEI hace para publicar a través de la editorial ALFAOMEGA GRUPO EDITOR SA DE CV, 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 veinte y uno 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.

## Comité Revisor

Institución	Nombre
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Dr. Ivo Humberto Pineda Torres
	Dra. Mireya Tovar Vidal
	Dr. Mario Rossainnz López
	M. en C. Meliza Contreras González
	Mtro. Alfonso Garcés Báez
	Mtra. Beatriz Beltrán Martínez
Instituto Tecnológico Autónomo de México	Dra. Ana Lidia Franzoni
Sistema Avanzado de Bachillerato y Educación Superior en el Estado de Guanajuato	Mtra. Rosario Méndez Torres
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Dr. Karin Rosenkranz
	Dr. Jaime Muñoz Arteaga
	Dr. Francisco Javier Rodríguez Álvarez
	Mtra. Lizeth Itziguery Solano Romo
Universidad Autónoma de Nayarit-Unidad Académica de Economía	Dra. Yolanda Camacho González
	Mtro. Janoé Antonio González Reyes
	Mtro. Fernando Zamudio
	Mtro. Marco Antonio Fernández Zepeda
	M. en C. Sergio Agustín Olivares Granados
	Mtra. Angélica Beatriz Toscano de La Torre
	Mtro. Arturo Gómez Dávalos
	Mtra. Mónica Elizabeth Sandoval Vallejo
	Mtro. José Ramón Olivo Estrada
Universidad Autónoma de Nuevo León-Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	Mtro. José Apolinar Loyola
Universidad Autónoma de Querétaro-Facultad de Informática	Mtro. Carlos Olmos Trejo
Universidad Autónoma de Yucatán	Dr. Raúl Antonio Aguilar Vera
	MTI. Julio Cesar Díaz Mendoza
Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Azcapotzalco	Dra. Martha Mora Torres
	M. en C. Josué Figueroa González
	Dra. Beatriz González Beltrán
	Dra. Lizbeth Gallardo
Universidad de Colima-Facultad de Telemática	M. en C. Sara Sandoval Carrillo
	Dr. Juan José Contreras Castillo
	Dr. Ricardo Acosta Díaz
Universidad de Guadalajara-Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería	Mtra. Ma. Elena Romero Gastelú
	Dr. Marco Antonio Pérez Cisneros
Universidad de Ixtlahuaca CUI	MATI. Karina Balderas Pérez
Universidad del Caribe	M. en C. Nancy Aguas García
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-	Dr. Miguel Wister Ovando

División Académica de Informática y Sistemas	Dr. José Adán Hernández Nolasco
	M. en C. Pablo Pancardo García
	Mtro. Pablo Payró
	MASI. Arturo Corona Ferreira
	Mtro. Carlos Arturo Custodio Izquierdo
	Dr. Francisco Diego Acosta Escalante
	Dr. José Hernández Torruco
	Mtro. José Luis Gómez Ramos
	Dra. Juana Canul Reich
	Mtro. Rubén Jerónimo Yedra
Universidad Nacional Autónoma de México- Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación	Mtra. Lizbeth Heras Lara
	Mtro. José Luis Villareal Benítez
Universidad Nacional Autónoma de México- Facultad de Estudios Superiores Acatlán	Mtro. Christian Carlos Delgado Elizondo
	Mtra. Jeanett López García
	M. en C. Georgina Eslava García
	Mtro. Mauricio Rico Castro
	Mtra. Mayra Olguín Rosas
	Dr. Adalberto López López
	Mtra. Adriana Dávila Santos
	Mtra. Nora Goris Mayasn
	Mtra. Luz María Lavín Alanís
	Dra. Maricarmen González Videgaray
	Mtro. Rubén Romero Ruiz
Universidad Veracruzana-Facultad de Estadística e Informática	Dr. Edgard Benítez Guerrero
	Dra. María del Carmen Mezura Godoy
	Dr. José Rafael Rojano
	Dra. Ma. Dolores Vargas
	M. en C. Alfonso Sánchez Orea
	MIS. Ma. de los Ángeles Navarro
	Mtra. Martha Domínguez
	M. en C. Carlos Alberto Ochoa Rivera
	Dr. Octavio Ocharán Hernández
	Mtra. Juana Elisa Escalante Vega
	M. en C. Virginia Lagunes Barradas
	Dra. Ma. Karen Cortés Verdín
	M. en C. Gerardo Contreras Vega
	Mtro. Jesús Méndez Ortíz
Mtra. Silvia García Ramírez	

# I. Big Data

# Brecha digital de género en comunidades con alto grado de marginación social en Yucatán

J. Gabriel Dominguez Castillo <sup>1</sup> Ileana Vázquez Carrillo <sup>2</sup> y Miguel Suaste Escalante <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Contaduría y Administración.  
Coordinador de Innovación Pedagógica.

[jg.dominguez@correo.uady.mx](mailto:jg.dominguez@correo.uady.mx)

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Contaduría y Administración.  
Coordinadora de la Licenciatura en Administración de Tecnologías de Información.

[ilena.vazquez@correo.uady.mx](mailto:ilena.vazquez@correo.uady.mx)

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Contaduría y Administración.  
Profesor de la Licenciatura de Administración de Tecnologías de Información.

[miguel.suaste@correo.uady.mx](mailto:miguel.suaste@correo.uady.mx)

**Resumen.** El fenómeno conocido como Brecha digital (Digital Divide) surge en los albores de los 90s con la popularización del internet y el desarrollo de las telecomunicaciones en el manejo y utilización de la información. Diversos estudios y autores (Schiefelke; 2008; Chen y Wellman, 2004; Van Dijk & Hacker 2003) coinciden en que la premisa básica de la brecha digital es la diferencia que existe entre individuos y sociedades que tienen acceso a los recursos tecnológicos de cómputo, telecomunicaciones e Internet y los que no.

En este estudio, se analizan las diferencias existentes por género para el uso de las tecnologías en el proceso de un programa formativo denominado: Reducción de la Brecha Digital en Personas Jóvenes y Adultas de Comunidades Vulnerables (REBREDIG-PJA) de una zona mayahablante del sur de Yucatán. Los resultados de este estudio se discuten bajo los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018) y la Estrategia Digital Nacional, (2013) para México.

**Abstract.** The phenomenon known as Digital Divide arose in the dawn of the 90s with the popularization of the Internet and the development of telecommunications in the management and use of information. Several studies and authors (Schiefelke, 2008, Chen and Wellman, 2004, Van Dijk & Hacker 2003) agree that the basic premise of the digital divide is the difference between individuals and societies that have access to technological computing resources, telecommunications and the Internet and those that do not.

In this study, the existing differences by gender for the use of technologies in the process of a training program called: Reduction of the Digital Divide in Young People and Adults of Vulnerable Communities (REBREDIG-PJA) of a southern Mayan-speaking area are analyzed. of Yucatan The results of this study are discussed under the guidelines of the National Development Plan (2013-2018) and the National Digital Strategy (2013) for Mexico.

**Keywords:** Digital divide, gender, technology, social development, training program.

## 1 Introduction

El fenómeno conocido como Brecha digital (Digital Divide) surge en los albores de los 90s con la popularización del internet y el desarrollo de las telecomunicaciones en el manejo y utilización de la información. Diversos autores (Lichy, 2011; Wong, Kwong, Chu & Ping 2010; Eynon, 2009; Schiefelke; 2008; Livingstone & Helsper, 2007; Van Dijk & Hacker 2003) coinciden en que la premisa básica de la brecha digital es la diferencia que existe entre individuos y sociedades que tienen acceso a los recursos tecnológicos de cómputo, telecomunicaciones e Internet y los que no. El énfasis mayor de este fenómeno se centra en la importancia que tiene la información como elemento indispensable para crear conexiones, para que la sociedad funcione adecuadamente y equitativamente, ya que quien no tiene acceso a la

información o la tiene de modo marginal, se ve excluido del desarrollo social y de la incorporación exitosa al curso del mismo.

## 2 State of the Art

A nivel mundial, los impactos de este fenómeno han sido motivo de diversos estudios: *Leaving no one Behind from digital divide to digital empowerment* (UNESCO; 2017); *Bridging the digital divide in the EU* (European Parliamentary Research Service); *Digital Dividends* (The World Bank, 2016); *Capturing Digital Dividends and Closing Digital Divides* (OCDE, 2013). Por ejemplo, en España, el Anuario Estadístico de España 2016, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) encontró que, de acuerdo a la Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los hogares llevada a cabo en el 2016, el 18.1% de las viviendas en España no disponen de acceso a Internet, lo que demuestra que sigue existiendo un porcentaje significativo de hogares españoles que se encuentran excluidos del universo digital. Otro hallazgo importante de recalcar es la brecha que existe en cuanto al género. En este país, los resultados indican que existe un diferencial de 3.4% por persona (p.p), lo que significa que si en el 2004 el porcentaje de hombres usuarios de Internet era de 44.9% y de mujeres de 35.9%, para el 2014 para los hombres fue de 77.9% y para las mujeres de 74.5%. Estos resultados pueden parecer aceptables, pero cuando se comparan con Finlandia, Noruega, Nueva Zelanda e Irlanda se observa una situación muy lejana de la esperable paridad entre sexos en el acceso a internet. (The Economic Forum, 2016).

En el mismo país, Castaño, Martín y Martínez (2011) diseñaron un sistema de indicadores compuestos para describir la brecha digital de género en un estudio realizado en 31 países europeos. Esta herramienta denominada Sistema de Indicadores de Género y TIC (SIGTIC) permite: a) hacer comparaciones inter-género, determinadas por el grado de e-igualdad; b) realizar análisis intra-género, en función del grado de e-inclusión de cada sexo; y c) contextualizar los resultados obtenidos con los correspondientes a 31 países europeos. Los resultados evidencian la presencia de una brecha digital de género, determinada no ya por el acceso, sino por el nivel de e-inclusión. La desventaja femenina en la intensidad de uso de TIC es clara, además de presentar evidencia de la segmentación de los determinados usos de internet en función del género: lúdicos y económicos (masculinizados); de bienestar social (feminizados).

En los Estados Unidos de Norteamérica Dixon, Correa, Straubhaar, Covarrubias, Graber y Spencer (2014) en su artículo denominado: *The digital divide between Male and Female users in Internet Public Access Sites*, examina las evidencias de la brecha digital de género en los puntos de acceso a internet público (centros tecnológicos comunitarios, bibliotecas) en Austin Texas. De acuerdo con los autores y utilizando observaciones extensas de los participantes, encontraron que los usuarios masculinos superan en número a las usuarias en el acceso público al uso de internet, incluso teniendo en cuenta la edad y el origen étnico. De igual forma, las entrevistas a profundidad revelaron que ambos sexos veían el acceso público como el lugar menos deseable para usar internet, pero los discursos alrededor de las bibliotecas eran diferentes. El estudio también reveló que las mujeres entrevistadas asociaron las bibliotecas con nostalgia por los libros y familia, mientras que los entrevistados del sexo masculino asociaron las bibliotecas con la tecnología. Por último, las usuarias mayores también describieron sentimientos de tecnofobia.

En el Reino Unido, el British Council (2016) realizó un estudio denominado: *Gender equality and empowerment of women and girls in the UK*, donde el comité parlamentario menciona que a pesar del gran impacto global de la tecnología digital y los «Grandes datos» en los servicios públicos y de consumo. Los beneficios no son compartidos por igual y la tecnología está contribuyendo a la aparición de nuevas desigualdades (brechas). El Reino Unido como país desarrollado, ha logrado una educación primaria y secundaria casi universal. Las niñas disfrutaban de mayores logros educativos, pero sigue habiendo algunas áreas donde los resultados no son equitativos. Hay una clara segregación de género en las áreas que seleccionan las niñas en la educación secundaria y postsecundaria principalmente en las áreas de STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), en particular las matemáticas y las relacionadas con la tecnología. Debido a la poca participación en STEM en el Reino Unido, las mujeres representan solo el

15% de los profesionales de las TIC (la media europea es de 18%) y menos del 30% de toda la fuerza de trabajo de las TIC. Estas proporciones al analizarse y compararse con los comportamientos de otros países desarrollados se consideran estáticos. De igual manera el estudio declara que a nivel mundial, el número de directores de tecnología femenina ha permanecido estático durante los últimos diez años.

En México, Domínguez, Canto, Ortega y McCalman (2016) realizaron un estudio con apoyo de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) y la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán (SEGEY) donde participaron docentes de 19 escuelas secundarias del municipio de Mérida. Entre la población estudiada hubo escuelas pertenecientes al medio urbano (85%) y el medio rural (15%). Algunas de las escuelas que conformaron la población de escuelas rurales, se ubicaron en las localidades de: Umán, Cauceh y Acanceh. Los principales resultados mostraron que los profesores que pertenecen a las escuelas urbanas tienen mejores competencias para el uso de las TIC, en comparación con los profesores que pertenecen a las escuelas rurales. Y de igual forma se observó que existe una brecha digital entre el sexo de los participantes, ya que los hombres registraron tener mejores competencias para el uso de las TIC en comparación con las mujeres.

En la India Gurumurthy & Chami (2014) en su investigación titulada: *Digital Technologies and Gender Justice in India*, mencionan que la International Telecommunication Union en su informe sobre la medición de la sociedad de la información de 2013, sitúa a la India en la categoría de los países menos conectados «least Connected Countries», basada en la media compuesta del acceso a las TIC, el uso de las TIC y las habilidades en el uso de la tecnología. De acuerdo con este estudio los países menos conectados se definen como aquellos en los que el "...acceso y uso de las tecnologías de información y comunicación está limitado a los servicios básicos de voz y de datos de baja velocidad. Este mismo estudio menciona, que además de esta situación en el contexto de este país, existe claramente una brecha de género con respecto al acceso a las TIC como han revelado otros estudios (Women and the Web, 2012; The Global Information Technology Report, 2013) y autores [1], Vigneswara, 2013) que han encontrado que mientras que el 8.4% de las mujeres indias y el 11.6% de los indios están conectados en línea, existe una diferencia de género ponderada del 27%, lo que significa que una mujer en la India es un 27% menos propensa a tener acceso a internet que un hombre (Intel, 2013). En este mismo sentido, estudios realizados por el GSMA Development Fund and the Cherie Blair Foundation han encontrado que solo el 28% de las mujeres en India posee un teléfono móvil, en comparación con un 40% de los hombres (GSMA, 2010).

Como puede observarse los resultados de los estudios anteriores llevados a cabo a nivel internacional (Gurumurthy & Chami, 2014; Castaño, Martín y Martínez, 2011; Atkinson, Black & Curtis, 2008) y los resultados de Domínguez, Canto, Ortega y McCalman (2016) y Romero, Domínguez y Guillermo (2010) llevados a cabo en contextos maya-hablantes del sureste de México, nos permiten observar que estamos viviendo en medio de rápidos cambios producidos por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y estamos siendo testigos de grandes cambios en la manera de aprender, trabajar y relacionarnos con los demás. Al mismo tiempo, en los países en desarrollo, también estamos siendo testigos de una creciente brecha, una nueva forma de división o exclusión que está generando estereotipos dominantes y persistentes en la que las mujeres pareciera que tuvieran una desventaja natural ante los beneficios de la evolución digital, que no les permite acceder a los beneficios de la nueva sociedad de la información, marginándolas de la oportunidad de mejorar sus condiciones de empleo, ingresos, educación y la oportunidad de mejorar su situación en la era digital.

### **3 Methodology**

El desarrollo metodológico de esta investigación fue de tipo aplicada de corte mixto. El diseño se llevó a cabo bajo el enfoque de la investigación-acción, que constituye un método de investigación científica muy utilizado en la actualidad y ocupa un lugar relevante en diversos países desarrollados (Gran Bretaña, Alemania, EEUU, España, Canadá, Australia) (Elliot, 2005; Boggino, Rosekrans, 2007). Este trabajo, fue parte de un estudio mayor que tuvo como propósito: reducir la brecha digital de las Personas Jóvenes y Adultas (PJA) de comunidades vulnerables del sur de Yucatán a través del fortalecimiento de sus competencias digitales para el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación.

### Características de la comunidad

De acuerdo al último censo de población del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010) el panorama sociodemográfico de Yucatán permite observar que el municipio de Mayapán tiene una población total de 3269 habitantes

### Participantes

En esta investigación participaron 68 PJA de la comunidad de Mayapán. De los cuales 36 fueron mujeres (52.9%) y 32 hombres (47.1%). Las edades de los participantes oscilaron entre los 12 hasta los 44 años y la media de las edades fue 18 años. La tabla I, presenta los resultados de las variables principales que caracterizan mejor a la población participante, estas variables son: grado máximo de estudios, estado civil, escolaridad de la madre y escolaridad del padre.

Tabla I. Variables caracterizadoras de la población

Variables caracterizadoras de la población											
Grado Máximo de estudios	f	%	Estado Civil	f	%	Escolaridad de la madre	f	%	Escolaridad del padre	f	%
Primaria	44	65	Soltero	55	81	Sin estudios	26	39	Sin estudios	19	28
Secundaria	23	34	Casado	7	10	Primaria	28	41	Primaria	30	44
Bachillerato	1	1	Unión libre	6	9	Secundaria	14	20	Secundaria	19	28
Total	68	100		68	100		68	100		68	100

Como se observa en la tabla de arriba el 65% de los participantes (44) tienen como máximo grado de estudios la primaria, seguido de un 34% (23) que tienen nivel de primaria y solo el 1% tiene nivel de bachillerato. Con respecto al estado civil, se observa que la gran mayoría se encuentra solteros (81%), seguidos de un 10% que están casados y el 9% que vive en unión libre.

## 4 Results

En esta sección se presentan los principales resultados obtenidos de los sujetos que participaron en el estudio. En la tabla II se pueden apreciar las puntuaciones (pretest) que obtuvieron los hombres y las mujeres, con respecto a sus competencias para el uso de las TIC antes de iniciar el programa formativo. De igual manera, se presentan los resultados (postest) que obtuvieron los hombres y las mujeres al concluir el programa denominado REBREDIG\_PJA. A continuación y para un mejor entendimiento de las puntuaciones obtenidas, se presentan los valores promedios obtenidos para cada uno de los dominios analizados por sexo. La tabla de abajo, presenta el comparativo y las puntuaciones obtenidas en los dos momentos (pretest-postest) que se evaluaron en este estudio.

Tabla II. Comparativo de dominios por género (pretest-postest)

*D	Competencias	Nombre del dominio	N	Hombre				Mujer				
				Pretest		Postest		Pretest		Postest		
				$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE	N	$\bar{x}$	DE	$\bar{x}$	DE
D1	Conocimiento de computadora		32	2.07	1.18	3.55	.92	36	1.74	1.08	3.38	.68
D2	Producción documentos		32	1.68	1.06	3.23	.82	36	1.52	1.08	3.03	.76
D3	Derechos de autor		32	1.21	1.11	3.35	.89	36	.977	.99	2.85	.90
D4	Aplicaciones y programas		32	1.75	1.40	3.32	1.00	36	1.45	1.09	2.92	.94
D5	Localización de información		32	1.57	1.23	3.49	.86	36	1.37	1.17	2.97	.85
D6	Almacenamiento y recuperación		32	1.82	1.44	3.53	.98	36	1.40	1.32	3.19	.99
D7	Comunicación		32	2.16	1.20	3.56	.97	36	2.36	1.10	3.70	1.03

D8	Interacción en internet	32	1.50	1.16	3.29	.87	36	1.61	1.27	2.99	.89
D9	Cuidado de datos personales	32	1.41	1.20	3.30	.91	36	1.40	1.21	2.96	.783
D10	Seguridad	32	1.76	1.47	3.47	.88	36	1.47	1.24	3.12	.85
D11	Riesgos en uso de Internet	32	1.53	1.30	3.73	.91	36	1.34	1.22	3.11	.94
D12	Interacción en redes	32	1.73	1.38	3.58	.84	36	2.00	1.30	3.36	.94
D13	Consecuencias TIC a la salud	32	1.49	1.34	3.72	.75	36	1.13	1.10	2.90	.87

\*D= Código de la competencia

Las puntuaciones que se presentan en la tabla de arriba, contienen evidencia de la superioridad de las puntuaciones que obtuvieron los hombres en sus competencias para el uso de las TIC. Como puede observarse en 10 de los 13 dominios del pretest, los hombres obtuvieron puntuaciones más altas a las obtenidas por las mujeres, este comportamiento es indicativo de que la valoración inicial fue superior para los hombres. Sin embargo, existieron tres dominios donde las mujeres obtuvieron puntuaciones mayores, estos fueron los siguientes: comunicación  $\bar{x}=2.16$ ; Interacción en internet  $\bar{x}=1.61$ ; Interacción en redes  $\bar{x}=2.00$ .

### Nivel de competencia por sexo y grado máximo de estudios

La figura 1, presenta el resultado del contraste de las trece competencias, por grado máximo de estudios y sexo de las PJA que participaron en el proyecto. Como puede observarse, la figura presenta el compartimiento de los hombres y las mujeres y se observan características importantes de resaltar.

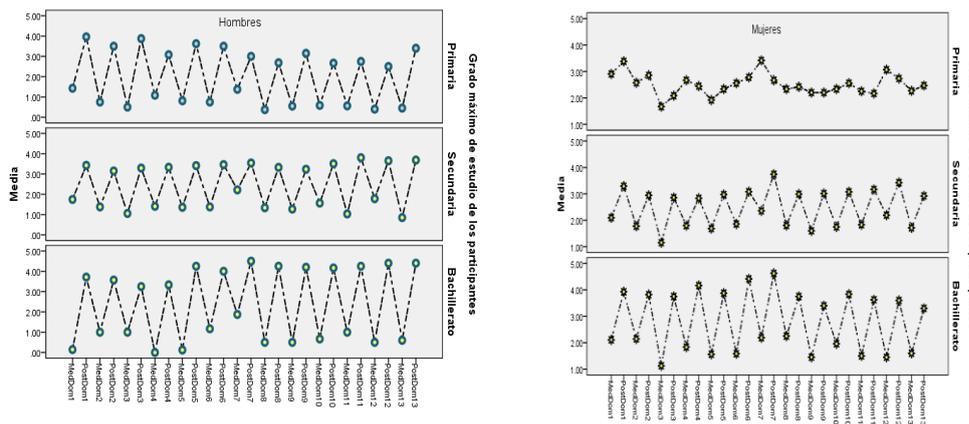


Figura 2. Contraste de las trece competencias por grado máximo de estudios y sexo

## Conclusión y Discusión

Los documentos oficiales para México en materia de educación (Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018; Estrategia Digital Nacional, 2013) y específicamente para el Estado de Yucatán (Plan Estatal de Desarrollo, 2012-2018) delinear y sugieren las estrategias que los estados y municipios deben de incorporar para incrementar la calidad educativa de sus zonas urbanas y rurales desde el nivel básico hasta el superior

Sin embargo, pese a las recomendaciones declaradas en los documentos oficiales donde se menciona que se debe priorizar la atención a regiones y grupos vulnerables permitiendo una distribución más equitativa de las oportunidades educativas, entre regiones, grupos sociales y étnicos con perspectiva de género (OCDE, 2017; CEPAL, 2013; UNESCO, 2007; ONU, 2005), la realidad muestra que aún persisten serias diferencias entre el acceso, habilitación, formación académica y especialmente en el uso y manejo de la tecnología, lo que incrementa la brecha entre las oportunidades a las que pueden acceder los hombres y las mujeres para incorporarse a la sociedad del conocimiento.

El fenómeno de la brecha digital de género en comunidades maya-hablantes de zonas vulnerables ha sido poco estudiado en México y la evidencia de sus efectos documentados en estudios científicos es incipiente. Sin embargo, mucho de los factores que la provocan, así como sus consecuencias son tareas pendientes que requieren de atención inmediata por el bienestar de los pueblos del sureste de México. Ya que el hecho de que persistan diferencias entre hombres y mujeres con respecto al acceso a equipos informáticos y a la habilitación para el uso de la tecnología y el Internet, hace que la brecha de desigualdad para incorporarse a la sociedad del conocimiento y para mejorar sus condiciones de vida y de trabajo aumenten.

En este artículo se analizaron las diferencias que existen entre los hombres y las mujeres de las comunidades maya-hablantes del sur de Yucatán para el uso de la tecnología a través de un programa formativo denominado: REBREDIG-PJA. Con base al análisis de los resultados obtenidos se puede concluir que en la comunidad estudiada existe una marcada brecha de género entre las competencias que tienen hombres para poder usar y acceder a la tecnología en comparación con las mujeres. Un análisis más profundo permite sugerir que los hombres con grado máximo de estudios en la comunidad tienen mejores competencias para el uso de la tecnología que las mujeres con el mismo grado de habilitación. De igual forma se encontró que la condición de estado civil de los participantes maya-hablantes, influye en el desarrollo de competencias para el uso de la tecnología; ya que se observaron comportamientos donde los “solteros” demostraron mejores competencias para el uso de la tecnología en comparación con las mujeres de igual condición. Por último, también se analizó la influencia de la edad en el desarrollo de competencias y se concluye que en las comunidades maya-hablantes del sur de Yucatán a menor edad es mayor el nivel de competencia que se tiene para el uso de las tecnologías, tomando en consideración que los participantes de menor edad fueron jóvenes entre 13 y 15 años.

**Acknowledgments.** A la W. K Kellogg Foundation y a la UADY por el financiamiento del Proyecto durante 3 años pieza clave para contribuir al robustecimiento de competencias tecnológicas de nuestros pueblos.

## References

- Anderson, S. (2015). India's Gender Digital Divide: Women and Politics on Twitter. Observer Research Foundation ORF ISSUE BRIEF. October, N°8, 108. New Delhi.
- Boggino, N. y Rosekrans, K. (2007). Investigación-acción: reflexión crítica sobre la práctica docente. Edit. Homo Sapiens. España.
- British Council (2016). Gender equality and empowerment of women and girls in the UK. [https://www.britishcouncil.org/sites/default/files/gender\\_equality\\_an\\_empowerment\\_in\\_the\\_uk.pdf](https://www.britishcouncil.org/sites/default/files/gender_equality_an_empowerment_in_the_uk.pdf)
- Castaño, C., Martín, J., Martínez, J. (2011). La brecha digital de género en España y Europa: medición con indicadores compuestos. Revista Española de Investigaciones Sociológicas. octubre-diciembre. Pp127-140. doi: 10.5477/cis/reis.136.127
- Domínguez, G. Canto, P., Ortega, J., y McCalman, D. (2016). Raising the Technological Competence of High School Science and Mathematics Teachers of México through Delivery of an Online Program. International Journal of Technology, Policy and Management. Recuperado de: <http://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=ijtpm>
- Dixon, Correa, Covarrubias, Graber, Jeremiah (2014). The digital divide between Male and Female users in Internet Public Access Sites. Journal of Computer –Mediated Communication. Wiley Online Library.
- Elliot, J. (2005). El Cambio Educativo desde la Investigación Acción. (4aEd). Madrid: Ediciones Morata.
- Eynon, R. (2009) 'Mapping the digital divide in Britain: implications for learning and education'. Learning, media and technology, 34, 277-290.
- GSMA (2010) Women & Mobile: A Global Opportunity – A Study on the Mobile Phone Gender Gap in Low- and Middle-income Countries, [http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wpcontent/uploads/2013/01/GSMA\\_Women\\_and\\_Mobile-A\\_Global\\_Opportunity.pdf](http://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wpcontent/uploads/2013/01/GSMA_Women_and_Mobile-A_Global_Opportunity.pdf) 13 April 2014
- Gurumurthy; Chami, (2014). Digital Technologies and Gender Justice in India - An analysis of key policy and programming concerns. IT for Change. <http://www.itforchange.net/sites/default/files/IT%20for%20Change%20-%20HLPC%20Submission%20-%202016%20April%202014-1.pdf>
- INEGI (2010). Panorama sociodemográfico de Yucatán. México.

Intel (2013) Women and the Web: Bridging the Internet Gap and Creating New Global Opportunities in Low and Middle-income Countries, Retrieved: <http://www.intel.in/content/dam/www/public/us/en/documents/pdf/women-andthe-web.pdf> , 13 April 2014

Lichy, J. (2011) 'Internet use behaviour in France and Britain: exploring socio-spatial disparity among adolescents'. *International journal of consumer studies*, 35, 470-475

Livingstone, S. & Helsper, E. (2007) 'Gradations in digital inclusion: children, young people and the digital divide'. *New media & society*, 9, 671-696.

Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018). Gobierno de la República. Mexico, D.F.

Romero, Pavía, E.; Domínguez Castillo, G. y Guillermo, Guillermo, C.(2010). El uso de las Tic's en la educación básica de jóvenes y adultos de comunidades rurales y urbanas del sureste de México.En revista Educación a Distancia. Publicación en línea de la Universidad de Murcia. Año IX. 15 de Mayo de 2010. ISSN: 1578-7680.

Schleife, K. (2008). Regional Versus Individual Aspects of the Digital Divide Germany. Centre for European Economic Research. Retrieved from: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp06085.pdf>

Gobierno de la República (2013). Estrategia Digital Nacional. Noviembre, México. <http://cdn.mexicodigital.gob.mx/EstrategiaDigital.pdf>

United Nations (2012). Bridging the digital divide by reaching out to vulnerable populations.In E-Government Survey 2012. E- Government for the People. United Nations-New York. Disponible en: <https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2012-Survey/unpan048065.pdf> (consultado:19 Agosto, 2017).

Van Dijk J. & Hacker, K. (2003). The digital divide as a complex and dynamic phenomenon, *The Information Society* 19, pp. 315-326.

Vigneswara, P. (2013). The digital Divide in India. Inferences from the information and communication technology workforce. En Ragnedda, M. & Muschert, G. (Eds.), *The Digital Divide. The internet and social inequality in international perspective* (pp. 134-140). Routledge. New York.

Wong, Y., Kwong, Ch.,Chu, J., & Ping, V. (2010). Digital divide and social inclusion: policy challenge for social development in Hong Kong and South Korea, *Journal of Asian Public Policy*, 3:1, 37-52, DOI: 10.1080/17516231003634161

Word Bank (2016). Informe sobre el desarrollo mundial. Dividendos digitales. <http://documents.worldbank.org/curated/en/658821468186546535/pdf/102724-WDR-WDR2016Overview-SPANISH-WebResBox-394840B-OUO-9.pdf>

# ANÁLISIS DEL NIVEL DE UTILIZACION DE LAS HABILIDADES COMPUTACIONALES (Internet, Dispositivos electrónicos, Gestores de Contenido y Sistemas Operativos), DE LOS ESTUDIANTES DE LAS IPEMS DEL ESTADO DE ZACATECAS.

ISC. José Francisco Hernández Serrano<sup>1</sup>, MISD. Luis Miguel Zapata Alvarado<sup>2</sup> y MTE. Samuel Jesús Flores González<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, México, Carretera Zacatecas, Cd Cuauhtémoc km. 5 Ejido Cieneguitas, Guadalupe, Zacatecas.

[jhernandez@utzac.edu.mx](mailto:jhernandez@utzac.edu.mx)

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, México, Carretera Zacatecas, Cd Cuauhtémoc km. 5 Ejido Cieneguitas, Guadalupe, Zacatecas.

[lzapata@utzac.edu.mx](mailto:lzapata@utzac.edu.mx)

**Resumen.** En el presente artículo se analizan los resultados de una investigación llevada a cabo para saber con qué habilidades computacionales cuentan los alumnos de las Instituciones Públicas de Educación Media Superior (IPEMS) del Estado de Zacatecas, con el propósito de obtener una comparativa que permita identificar en cuál de los tres subsistemas los alumnos tienen mejores habilidades básicas en el uso de una computadora, teléfono inteligente, internet, gestores de contenido, sistemas operativos o cualquier otro dispositivo que utilicen en su quehacer diario. Y conocer que tan fácilmente se adaptarían a los entornos virtuales de aprendizaje en la educación a distancia necesarios para cursar una licenciatura en línea, de forma que se puedan hacer propuestas de investigación que sirvan de apoyo en la elaboración y actualización de los planes y programas de estudio del nivel medio superior.

Palabras clave. Sistemas Operativos, aprendizaje, educación a distancia, IPEMS.

## 1 Introducción

Con la realización de una investigación en conjunto con integrantes de cuerpos académicos de los estados de Oaxaca, Veracruz se desarrolló el proyecto denominado “**El nivel medio superior de cara a los entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior (casos: Oaxaca, Veracruz y Zacatecas)**”, con la finalidad de obtener información referente a las habilidades computacionales que los alumnos de estos subsistemas adquieren durante su estancia en el bachillerato, los datos analizados en este

---

1 El Mtro. José Francisco Hernández Serrano es Profesor de la Carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación en la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, México [jhernandez@utzac.edu.mx](mailto:jhernandez@utzac.edu.mx)

2 El Mtro. Luis Miguel Zapata Alvarado es Profesor de la Carrera de Tecnologías de la Información y Comunicación en la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, México. [lzapata@utzac.edu.mx](mailto:lzapata@utzac.edu.mx)

artículo solo son datos de las IPEMS del estado de Zacatecas que participaron en la encuesta aplicada, donde existe una gran cantidad de estudiantes de las Instituciones Públicas de Educación Medio Superior que provienen de familias de bajos recursos, es por ello que al egresar tienen la necesidad de trabajar, perdiendo la oportunidad de asistir a una Institución de Educación Superior (IES) y dedicarle tiempo completo al estudio, reduciendo aún más la cantidad de jóvenes que se encuentran en el sistema educativo. Aunado a ello existe un cupo reducido en los programas educativos presenciales de las Instituciones de Educación Superior (IES), así como horarios poco accesibles para quienes trabajan. Varios miles de jóvenes que concluyen su bachillerato dejarán de estudiar por vivir en condiciones de pobreza, malas calificaciones, falta de interés en planes y programas de estudio, migración, embarazo adolescente o porque necesitan conseguir un empleo (La Jornada 2014).

En el caso del Estado de Zacatecas su territorio es de 93,757 km<sup>2</sup> (INEGI 2012), el desplazamiento hacia las ciudades más importantes del Estado para acudir a realizar sus estudios universitarios, es un tanto complicado; aunado a ello se requiere un importante recurso económico en alimentación, hospedaje y transportación. Recientemente otro factor que incide en el traslado de personal es la inseguridad, un mal que aqueja a todo nuestro país y que ninguna entidad es la excepción. La situación anterior con el transcurso de los años ha obligado a las autoridades educativas a replantear la educación y abrir el camino a los programas de educación superior virtual. Aun cuando se dice que las nuevas generaciones viven inmersas o rodeadas de nuevas tecnologías digitales que cambian de alguna forma sus destrezas cognitivas, que existen jóvenes que no conocen el mundo sin Internet, hay un gran número de jóvenes que no conocen Internet y no han tenido contacto con las nuevas tecnologías, y casi siempre se trata de jóvenes de escasos recursos. Y es que los egresados de las IPEMS que pretenden ingresar a una educación virtual se enfrentan a nuevos paradigmas educativos, a nuevas formas de aprender, necesitan haber desarrollado ciertas habilidades en el uso de las computadoras y el Internet, que les permitan afrontar los retos tecnológicos implicados en un entorno virtual de aprendizaje, logrando combinar el estudiar una carrera y trabajar (SEP 2013).

## 2 Estado del Arte

La pertinencia para definir el estado del arte en el análisis de caso de este trabajo, no sólo estriba en la obligada necesidad para explorar en la literatura especializada en busca de información que permita sistematizar algunos de los conocimientos que, de un tiempo a esta fecha, se vienen generando en torno a un fenómeno que ha convocado la atención de académicos, investigadores y teóricos, sino también porque permite a quienes participan de este caso, abrir el horizonte en torno a objetos de interés, constructos teóricos, metodologías y hallazgos que contribuyan a explicar, comprender e interpretar mejor su objeto de investigación: el desarrollo de habilidades computacionales en el nivel medio superior en el Estado de Zacatecas.

En el entendido que un estado del arte potencia entendimientos en torno a un problema de investigación o caso de estudio, se juzga conveniente establecer los criterios metodológicos y técnicos que conduzcan a ese proceso de búsqueda y sistematización de información relacionada con los *entornos virtuales de aprendizaje, carreras relacionadas con las TIC, y la educación media superior*, en tanto conceptos matrices, desde los cuáles otros constructos de manera implícita se hacen presentes: *innovación educativa, competencias digitales, computacionales, mediación tecnológica, competencias digitales docentes, proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación, y habilidades para el empleo del internet; así como tecnologías de la información y comunicación (TIC)*.

A partir de estos conceptos, se considera pertinente que en la búsqueda y sistematización de información se contemple a las tesis de grado, los artículos científicos, los informes de investigación, como aquellas obras que han definido el rumbo de la innovación educativa, y como fuentes de consulta que han permitido documentar el estado que guarda el conocimiento en torno al fenómeno que ocupa la presente investigación.

Dicho esto, se ha establecido como periodo de revisión los años que van del 2010 al 2017, en virtud de considerar importante la vigencia de los abordajes alrededor de un tópico que pudo ser emergente pero hoy se ha posicionado como un objeto de interés permanente como materia prima para la reflexión, el análisis y la indagación por parte de las comunidades académicas y científicas.

Como estrategia para la revisión es importante señalar, que la revisión de las fuentes se realizó a través de la Biblioteca Digital de la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas, así como la base de datos del **CONRICyT** (*EBSCO Host, Web of Science, Springer Link, Scopus*), además de la base de **datos de**

**acceso libre** (*Dialnet, Redalyc, Scielo, Springer Open y Biblat*), sin dejar de mencionar el *Google Académico*.

Para la configuración del entramado del estado del arte, se ordena por artículos científicos, por informes de investigación y tesis de grado. Se privilegiaron fuentes de consulta cuyos autores fueran latinoamericanos y en particular mexicanos, la razón fue tratar de construir ese espacio de entendimiento propio de una epistemología que resulta común, así como lo que teórica y metodológicamente son los saberes y habilidades de una comunidad académica que comparte horizontes, intereses y preocupaciones.

### **3 Metodología usada**

#### **Descripción del Método**

Para llevar a cabo el trabajo de investigación, se procedió a la construcción del objeto de estudio a través de una metodología exploratoria-descriptiva, con enfoque cuali-cuantitativo. El proyecto se desarrolló en seis etapas, para lo cual se seleccionó a las IPEMS participantes en la investigación, la elaboración de instrumentos de recolección de información, organización, análisis, interpretación de la información obtenida y generación de productos de investigación.

La presente investigación se abordó, a través de un estudio de campo e investigación por encuesta, el instrumento fue un cuestionario, el cual se fundamentó en un cuadro de operacionalización de las variables: competencias académicas, habilidades computacionales y habilidades para el empleo de Internet. Por su naturaleza, se trata de un estudio descriptivo, que pretende contribuir con la caracterización del perfil de competencias académicas de los estudiantes de las IPEMS.

Es oportuno señalar que el cuestionario fue de pregunta cerrada simple y de opción múltiple, esto es, interrogantes con diversas posibilidades de respuesta, algunas fueron limitadas y otras de múltiple respuesta, cuya ventaja es el fácil registro, su interpretación, codificación y análisis; pero también porque una pregunta que demanda múltiples respuestas “da la oportunidad de ampliar la información” (Padua y Ahman, 2013) relacionada a las variables o categorías que se analizan.

A partir de ello, se reconocen variables como la oferta educativa, la infraestructura y el equipamiento, las áreas de especialización y la matrícula que llevaron a proponer que el universo se componga del 5% de total de la población estudiantil del nivel de bachillerato en el Estado de Zacatecas y de cada colegio se encuestó al 20% de la población distribuidos en las diversas áreas de formación disciplinaria con que cuenta el bachillerato tecnológico. Por lo que se seleccionaron 12 escuelas, distribuidas en los municipios ubicados al norte, sur, este, oeste y en la zona conurbada Zacatecas-Guadalupe del Estado. Se aplicó a un total de 517 estudiantes de 6to y 4to grado de las generaciones 2013-2016 y 2014-2017 respectivamente. La encuesta se realizó en los meses de marzo, abril y mayo del año 2016.

A continuación se describen las etapas de la investigación:

**Etapas:**  
Etapa 1: Se comenzó por definir con exactitud las IPEMS participantes en el estudio. Se localizó e identificaron aquellas instituciones de educación medio superior que cumplieron con las características necesarias para ser encuestadas, poniéndose en contacto con los representantes institucionales para definir su participación en el estudio.

Etapa 2: Se elaboró un instrumento de recolección de datos (cuestionario) que fue dirigido a los responsables de las instituciones públicas de educación media superior identificadas en la etapa uno.

Etapa 3: Se definieron las categorías, las dimensiones y los indicadores que condujeron al diseño del instrumento. El instrumento de recolección de datos (cuestionario) se dirigió a los estudiantes de las IPEMS, para ello se llevó a cabo un trabajo colegiado entre los participantes en el proyecto de red temática, con la finalidad de definir la mejor herramienta a utilizar, así como los ítems que la conformaron, para recuperar la información necesaria y suficiente que permita valorar la situación que presentan los estudiantes de educación media superior, en relación con habilidades para el uso de las computadoras, las aplicaciones ofimáticas esenciales, además de las habilidades para el uso de Internet empleando la computadora.

Etapa 4: Se procedió a realizar el trabajo de campo, es decir, la aplicación de los instrumentos en cada una de las IPEMS que aceptaron participar.

Etapa 5: Con los resultados obtenidos en las cuatro etapas anteriores, se trabajó colaborativamente entre los participantes de la investigación, para desarrollar tres actividades que permitieron la obtención de los productos finales, resultado del trabajo colegiado. Las actividades son las siguientes: sistematizó, organizó, analizó e interpretaron los resultados del conjunto de IPEMS participantes, e integraron los resultados generales la información, se determinaron las competencias digitales, de los estudiantes de los

IPEMS, que deben ser potenciadas en el nivel medio superior, para lograr que los egresados sean capaces de afrontar los retos de la educación superior en ambientes colaborativos apoyados por la tecnología. Etapa 6: Se generó el documento que describe ampliamente la situación que guarda el nivel medio superior en la habilitación sobre TIC para la educación por cada IPEMS participante, y se entregó a los directivos de las mismas.

#	Instituciones públicas de Educación Medio Superior	Clave
1	Colegio de Bachilleres Plantel "Zacatecas".	32ECB0001I
2	Colegio de Bachilleres Plantel "Roberto Cabral del Hoyo".	32ECB0036Y
3	Colegio de Bachilleres Plantel "Ojocaliente".	32ECB0007C
4	Colegio de Bachilleres Plantel "Trancoso".	32ECB0039V
5	Colegio de Bachilleres Plantel "Ermita De Guadalupe".	32ECB0005E
6	Colegio de Bachilleres Plantel "Pinos".	32ECB0008B
7	Colegio de Bachilleres Plantel "Villa de Cos".	32ECB0002H
8	Colegio de Bachilleres Plantel "Genaro Codina".	32ECB0018I
9	Plantel EMSaD Saucedá de la Borda, Vetagrande.	32EMS0040R
10	Plantel EMSaD Casa Blanca, Guadalupe.	32EMS0044N
11	Plantel EMSaD La Quemada, Villa Nueva.	32EMS0039B
12	Centro de Estudios Tecnológico Industrial y de Servicios No. 113, Guadalupe.	32DCT0352C

**Tabla 1. Instituciones Públicas de Educación Media Superior que participaron en el proyecto de investigación en el Estado de Zacatecas. Fuente: Elaboración propia.**

## 4 Resultados

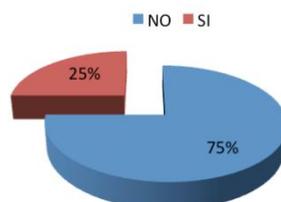
La pregunta general y sub-pregunta de la presente investigación respectivamente son: ¿Qué niveles de competencia profesionales tienen los estudiantes de las IPEMS en relación con sus habilidades computacionales y el empleo de internet? y ¿Cuáles son las competencias computacionales básicas que deben promoverse entre los estudiantes de las IPEMS para contribuir en los saberes y habilidades que deben adquirir al ingresar al nivel superior? La primera encuesta permitió recoger información relacionada con las instituciones participantes, en términos de su organigrama, su capital humano, su infraestructura y el acceso a recursos tecnológicos; en tanto que el orientado a los estudiantes, se exploraron doce dimensiones teóricas, a propósito de las competencias informacionales que se esperan vengán desarrollando o adquieran quienes se encuentran estudiando en el bachillerato. Tales dimensiones fueron: i) Conocimiento general y habilidades tecnológicas, ii) Uso en la vida cotidiana, iii) Habilidades especializadas para el trabajo y la expresión creativa, iv) Comunicación y colaboración mediada por tecnología, v) Gestión y procesamiento de la información, vi) Privacidad y seguridad, vii) Aspectos Legales y Éticos, viii) Actitud equilibrada hacia la tecnología, ix) Entendimiento y concienciación sobre el papel de las TIC en la sociedad, x) Aprendizaje sobre y con las tecnologías digitales, xi) Toma de decisiones sobre tecnologías digitales, xii) Auto-eficiencia en el uso de tecnologías.

De las IPEMS que entrevistamos 87% correspondieron al Colegio de Bachilleres del Estado Zacatecas (COBAEZ), que es uno de los subsistemas con mayor población en nuestra entidad. El resto corresponde al EMSAD y CETIS que sumados corresponden al 13%, estas últimas instituciones especialmente creadas para atender la población rural. Otra parte importante en la atención en los bachilleratos en nuestra entidad se encuentra en las preparatorias de la Universidad Autónoma de Zacatecas, sin embargo la insaculación no arrojó entrevistar a este tipo de planteles. Las preparatorias estatales de reciente creación tampoco aparecieron en la muestra por lo tanto no fueron incluidas en la aplicación del cuestionario.

De la población total de las IPEMS entrevistadas encontramos que el 58% de estas instituciones indicó enseñar dentro de un bachillerato general. A su vez el resto de subsistemas ofrece entre sus tipos de bachillerato, la especialización en Físico-Matemático, Económico-Administrativo y Humanidades, que corresponde a un 42%.

Las cifras del instrumento aplicado a los directivos arrojó resultados que muestran una notoria ausencia de la influencia de las Tecnologías de la Información, una deficiente y una deplorable

infraestructura aportada por las instituciones educativas, difícilmente los docentes podrán introducir estas habilidades en sus procesos de enseñanza. La gráfica #1, muestra que sólo el 25% de las instituciones han impartido algún tipo de curso, el cual tuvo como objetivo incursionar en alguna tecnología. Aunque a primera vista tres de cada cuatro instituciones hayan dicho que si ha impartido algún curso, estos se alejan de lo que realmente se requiere, pues las habilidades y destrezas impartidas quedan muy por debajo del verdadero requerimiento. Estas cifras se repitieron en el resto del estudio.



**Gráfica 1. Porcentaje de instituciones que imparten cursos de TIC para el uso didáctico de los medios. Fuente: encuesta propia.**

En otro ítem, el 100 % de los directores declaró tener sólo una sala de cómputo. En todos los casos la relación alumno computadora está muy por debajo de una atención real, los equipos en servicio son insuficientes para la población estudiantil. En cuatro instituciones se cuenta con la sala, pero no tienen equipos y si lo hay no funcionan. En la mayoría de las instituciones se enseñan materias del área de la informática en un pizarrón y en el mejor de los casos alcanzarán alguna clase con vídeo proyector, que de por si es altamente demandado por otras asignaturas que no necesariamente están relacionadas con las TIC.

Con respecto a la percepción del estudiantado, quienes participaron en este trabajo, 58.99% reconocen vivir en zonas urbanas, en una rural 25.73%, zona suburbana 11.03%; en tanto que quienes dijeron desconocer la zona geográfica en donde vivían alcanzaron 4.25%.

En la dimensión que procura ubicar aquellos saberes y destrezas que en el contexto de competencias informacionales básicas, un estudiante que debe haber desarrollado a partir del uso cotidiano de las tecnologías, se hizo la pregunta si sabe abrir un navegador en una computadora y/o en un dispositivo móvil, el 100% señaló que sí lo sabe hacer.

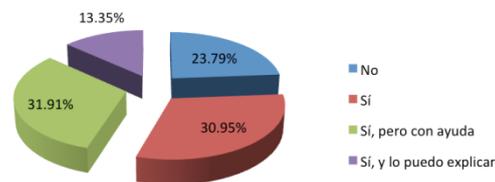
En un nivel más avanzado del uso de la computadora o cualquier dispositivo, se preguntó si puede entrar a las preferencias avanzadas de red para configurar el acceso a internet, el 87.89% señala que sí sabe hacerlo, para que con 15.67% responda afirmativamente pero con ayuda. En otra pregunta se quiere saber si el estudiante tiene la capacidad de instalar una aplicación en un teléfono celular, así como un programa en una computadora, el 100% dice que sí. Hace poco tiempo, cuando las computadoras comenzaban a domesticarse, la pérdida de información por diversos motivos era un problema recurrente en los usuarios de las computadoras. Al respecto de ello, se preguntó si sabían respaldar información para evitar la pérdida de la misma: 83.95% contestó que sí y el 16.05% dijo que no sabría cómo hacerlo.

En el siguiente ítem, se consideró pertinente emplear una frase que suele aparecer en ventanas emergentes cuando hay un problema en la impresión de un archivo. Los números que arrojan los resultados muestran que a los estudiantes no les resulta del todo claro distinguir si es un problema de software o de hardware en un 37.91% dice no sabe, en tanto que el 62.09% sostiene que sí lo pueden distinguir. En el siguiente ítem se indaga sobre los sistemas operativos y características o descripciones técnicas que conocen, los estudiantes reconocen el sistema operativo que está instalado en su equipo de cómputo, así como en su dispositivo móvil, el 44.29% asegura que sí lo identifica, para que sea Windows y otro sistema operativo los sistemas más conocidos: 486 menciones para el caso de Windows, en tanto que 18 menciones para un sistema operativo diferente a Windows, el resto no contesto.

Se le consultó sobre si utilizan paquetería de oficina para hacer sus tareas y proyectos dentro de sus actividades, así como darles formato según se especifique. Las respuestas son muy claras al respecto y particularmente importante por lo que esta habilidad representa, un 87.81% sí tiene conocimientos sobre el uso de herramientas de ofimática y sólo un 12.19% dice que no.

Como puede verse en la gráfica #2, en un alto porcentaje los estudiantes utilizan en su escuela un gestor de contenidos, en su inmensa mayoría utilizan la herramienta Moodle para compartir documentos, enviar tareas, consultar calificaciones, participar en blogs. Lo cual no es necesariamente e-learning, pero

podemos suponer que cuando se tengan que incorporar en un nivel universitario, tendrán la capacidad de tomar sus clases ya sea de forma semi-presencial o totalmente virtual.



**Gráfica 2. Implementación de plataformas para la gestión de archivos, como apoyo a la actividad académica en ambientes virtuales, para poder realizar e-learning. Fuente: encuesta propia.**

## 5 Conclusiones

Con respecto a nuestra pregunta general de investigación, que dice: ¿Qué niveles de competencia profesionales tienen los estudiantes de las IPEMS en relación con sus habilidades computacionales y el empleo de internet?, podemos decir con los datos obtenidos y analizados, que los alumnos de las IPEMS del Estado de Zacatecas, están dentro de los estándares que dictan las instituciones mundiales, regionales y nacionales. Ya que la mayoría de las 101 preguntas del instrumento de los estudiantes, fueron contestadas de forma positiva. Sólo las cuestiones que involucran situaciones de conocimientos muy técnicos y de selección de fuentes confiables para la consulta de información entre otras, muestran señales negativas. Por lo tanto se cumplió de forma positiva la hipótesis primaria: “El perfil de competencia académica de los estudiantes de las IPEMS manifiesta un nivel básico de desarrollo en sus habilidades computacionales”, aún y con las carencias que existen en el Estado de Zacatecas.

## Referencias

1. Padua, J. y Ahman, I. (2013). “El cuestionario”, en Padua, J. [coord.]. Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales, 12ª. Reimpresión, México: FCE/Colegio de México.
2. INEGI. (2012). INEGI. Recuperado el 5 de Diciembre de 2012, de INEGI: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/zac/territorio/relieve.aspx?tema=me&e=>
3. SEP (2013), Programa Sectorial de Educación 2013-2018; México: Secretaría de Educación Pública.
4. La Jornada (2014). No cursarán universidad 140 mil egresados de bachillerato: SEP. Recuperado de <http://www.jornada.unam.mx/ultimas/2014/07/16/al-menos-14-de-jovenes-con-bachillerato-en-mexico-no-continuan-estudios-superiores-sep-7758.html>

# **II. Competencias en TIC**

# Análisis comparativo entre dos Middlewares para clusters HPC

Luis Eduardo Cavanzo Floriano <sup>1</sup>, Jose Antonio Gamboa Aguirre <sup>2</sup>, Abelardo Rodríguez González <sup>3</sup>,  
Abelardo Rodríguez León <sup>4</sup>, Juan Carlos Prince Avelino <sup>5</sup>

Tecnológico Nacional de México/I. T. Veracruz, Calzada M.A. de Quevedo 2779, 91860, Veracruz,  
Veracruz, México.

arleon@itver.edu.mx

**Abstract.** In this work/paper is shown a comparison between the middlewares xCat 2.13 and Rocks 5.4 based on the procedures required for a full and functional installation of an HPC cluster in the Intensive Compute Laboratory of I.T Veracruz. they describe the 5 relevant aspects (generals, tools, support, addons and others) observed in the phases of installation and configuration of the middlewares with the objective of present a contrast that helps others system administrator to choose the option that better fits their requirements. In the results show 5 comparative tables that cover this aspects and theirs characteristics in both middlewares.

**Resumen.** En este trabajo se muestra una comparación de los middlewares xCat 2.13 y Rocks 5.4 basada en los procedimientos requeridos para una instalación completa y funcional de un clúster HPC en el Laboratorio de Computo Intensivo del I.T. Veracruz. Se describen los 5 aspectos relevantes (generales, herramientas, soporte, complementos y otros) observados en las fases de la instalación y configuración de los middlewares con el objetivo de presentar un contraste que ayude a otros administradores de sistemas a elegir la opción que mejor se adapte a sus requerimientos. En los resultados se muestran 5 tablas comparativas que cubren estos aspectos y sus características en ambos middlewares.

**Keywords:** Clúster, Middleware, xCat, Rocks.

## 1 Introducción

El middleware es un metasisistema operativo que proporciona una capa integradora para todos los nodos de cómputo de un clúster, es también un software multipropósito que proporciona servicios a las aplicaciones, adicional a lo que ofrece el sistema operativo. Debido a las diferentes clasificaciones de un clúster, existe una variada lista de middleware que va desde aquellos dedicados a administrar clúster de visualización hasta los middleware mixtos que permiten dar dos perfiles a un clúster.

El Instituto Tecnológico de Veracruz cuenta con el Laboratorio de cómputo intensivo (LCI), área de investigación dedicada al procesamiento de complejos modelos matemáticos que requieren de alto poder computacional, tales como simulaciones de dinámica de partículas, fenómenos térmicos y de combustión. Estos cálculos suelen ser más exigentes con el paso del tiempo y los volúmenes de datos que generan son más altos por lo que para su análisis e interpretación se requiere de mejoras constantes de hardware. El LCI cuenta con varios clústeres, siendo uno de ellos Agave, un Clúster HPC dedicado al procesamiento de simulaciones de partículas y procesos de combustión. En Agave se implementó Rocks 5.4 en el 2012 haciendo uso del rol HPC para el procesamiento de aplicaciones paralelas. Sin embargo una reciente actualización de hardware en el clúster en el 2017 corrompió el funcionamiento del mismo ya que se presentaron incompatibilidades con los procesadores Xeon recientemente agregados. Lo anterior llevó a los integrantes del LCI a buscar otras alternativas de middleware que implementar en Agave. Se hizo una extensa búsqueda de Middleware para la construcción de clústeres de alto desempeño que se acoplara a Agave, cumpliendo con el requisito de una buena adaptación la constante actualización del hardware. Xcat fue seleccionado como el nuevo middleware de Agave ya que presentaba características y funcionalidades ideales que satisfacían ese requisito.

## 2 Estado del Arte

En este apartado se muestra una breve revisión de la literatura relacionada con el presente trabajo. Se describen análisis, criterios de evaluación y descripción de los middlewares mencionados.

### 2.1 Comparaciones de middleware.

En [1] se hace una revisión de distintos middlewares, mencionando a grandes rasgos sus principales ventajas y desventajas de su uso. Se menciona a Rocks con la principal ventaja de ser un middleware de fácil escalabilidad, y con un proceso de instalación altamente automatizado. No obstante realizar una actualización del sistema operativo, implica una reinstalación total del clúster.

En el mismo trabajo se considera a xCat como un middleware poco portable, con funcionalidades inferiores a las de Rocks y con la desventaja de no contar con una instalación débilmente automatizada. Sin embargo xCat es considerado por otros [2] como una poderosa herramienta con soporte BMC (BaseBoard Management Controller), buena administración de energía (Power Management) en los nodos, contando también con herramientas modulares y personalizables.

### 2.2 Criterios para la evaluación de middlewares

El instituto de Ingeniería de Software de la Universidad de Carnegie Mellon establece 4 criterios para la elección de las herramientas middleware [3]:

- 2 ¿La herramienta está orientada a una plataforma específica?
- 3 ¿La herramienta está disponible en diferentes lenguajes?
- 4 ¿La herramienta está estandarizada?
- 5 ¿La herramienta tiene un gran soporte por parte de comunidades y/o desarrolladores?

Sin embargo, debido a diversos requerimientos de administradores de sistemas los criterios pueden variar. Si se busca una instalación rápida, o una instalación completa las especificaciones a considerar son diferentes. Lo descrito en esta sección puntualiza aspectos importantes para la comparación de los middlewares xCat y Rocks que se llevaron a cabo en este trabajo.

## 3 Desarrollo

La metodología que se utilizó es de tipo descriptiva ya que se basó en los procesos de instalación y configuración real de los middlewares Rocks y xCat respectivamente en un clúster HPC. En el punto 4 se describen en tablas las características observadas y el registro del proceso de instalación y configuración de cada middleware. Dicho trabajo permitió la realización de una comparativa, la cual está dirigida hacia aquellos usuarios que se están iniciando en la administración de clústeres.

### 3.1 Middlewares evaluados

#### 1. Rocks

Rocks[4] es uno de los middlewares más utilizados en diferentes ámbitos de ciencia y computación debido a la simplicidad y rapidez de su instalación. Es una distribución Linux diseñada para usuarios que buscan una construcción simple de clústeres computacionales. Este middleware usa mecanismos homogéneos para instalación, administración y gestión del clúster. Esta distribución tiene como premisa de trabajo que es más fácil reinstalar un nodo, mediante el uso de imágenes idénticas que se replican en los discos de los nodos de cómputo a través de actualizaciones individuales [5].

#### 2. xCat

xCat [6] es un proyecto de código abierto que ofrece una interfaz unificada para la construcción de clústeres de alto rendimiento. Presenta herramientas potentes para el descubrimiento y control de hardware, y despliegue diskfull y diskless (instalación que ejecuta por entero el sistema operativo en memoria y no requiere disco duro). Este middleware cuenta con una lista extensa de sistemas operativos base soportados. Empresas como Lenovo e IBM desarrollan estrategias HPC basadas en xCat ya que

provee integración con la nube, administración y gestión remota [7]. En 2008 el cluster de IBM RoadRunner [8] (catalogada como la supercomputadora más potente del mundo) funcionaba con xCat. Una de las características más destacables de xCat es la gran cantidad de herramientas para ofrecer una administración completamente remota del clúster

### 3.2 Instalación de middlewares en FrontEnd

La instalación de Rocks es una tarea amigable para el usuario, gracias a la implementación de una GUI. La interfaz presentada al usuario es concretamente un asistente que lo guía paso a paso para hacer una instalación limpia y funcional del clúster. Sin embargo, una GUI suele presentar un alto nivel de abstracción, debido a la falta de secuencias de comandos y en determinadas ocasiones no permiten aprovechar todo el potencial detrás del motor de instalación. Esta forma de trabajo también suele consumir un alto porcentaje de recursos (procesador y espacio en disco).

xCat por su parte, ofrece distintos métodos de instalación todos ellos mediante secuencias de comandos, es decir no se hace uso de GUI, por lo que en algunas situaciones puede sentirse que la instalación es algo intrincada y disgregada. Sin embargo, la documentación proporcionada por el proyecto xCat es muy completa. En contraste con Rocks, xCat ofrece mediante conjunto de comandos, una instalación más flexible y completa que se puede adaptar a las necesidades particulares de diversos administradores de sistemas. Estas series de comandos o pasos para la instalación se pueden agrupar en 4 etapas: La instalación de un sistema operativo base, configuración de los repositorios, configuración del FrontEnd y finalmente la instalación del middleware xCat.

Otra importante diferencia recae en el Sistema Operativo Base (SOB), ya que la instalación de Rocks provee el Roll OS, Dicho rol es el encargado de instalar el sistema operativo base (una versión de CentOS), por lo que cuando se realiza la instalación de Rocks, no es necesario contar con un sistema operativo preinstalado. En contraste, xCat requiere como primer paso, la instalación de uno de los sistemas operativos soportados (RHEL, SLES, Ubuntu, CentOS, Windows, AIX).

La instalación tipo Diskless es una característica que siempre ha estado disponible en xCat a diferencia de Rocks que solo en su versión 4.1(2006) se incluyó soporte para la instalación sin disco en los nodos, mediante el roll Diskless. Dicho roll ya no cuenta actualmente con soporte por parte del proyecto Rocks.

### 3.3 Configuración e integración de nodos de cómputo

La instalación de nuevos nodos de cómputo en Rocks es un proceso unificado que se realiza con el script automatizado insert-ethers. Dicho script pone al servidor en un proceso DHCP de escucha de peticiones, esperando solicitudes por parte de los nodos a instalar mediante la red usando el protocolo PXE. El script insert-ethers se encarga de integrar automáticamente dichos nodos al clúster.

La instalación de nodos de cómputo en xCat es una tarea menos asistida y requiere de más pasos:

1. Primero se requiere de la definición de objetos en la base de datos de xCat. xCat cuenta con diversos tipos de objetos que permiten al administrador mantener una mejor gestión sobre los componentes físicos y lógicos del clúster. xCat provee de distintos métodos para la definición de nodos: métodos manuales y métodos para detección y configuración automatizadas.
2. Una vez realizada la definición, se necesita integrar la información obtenida en la arquitectura de red del clúster, para ello, xCat dispone de 4 scripts para automatizar el proceso: makedhcp, makedns, makehosts y makenetworks.
3. Finalmente se asocia la imagen con el nodo deseado con el comando nodeset para posteriormente iniciar por PXE el nodo a instalar.

### 3.4 Instalación de componentes adicionales

Un clúster computacional requiere de diversas herramientas administrativas: verificadores de integridad de sistemas de archivos, monitores, planificadores de tareas, tecnologías de virtualización, lenguajes de programación, etc.

Rocks en este aspecto, cuenta con los llamados Roll CD's . Los roles son paquetes de software adicionales a la instalación base de Rocks que permiten al sistema base extenderse automáticamente y sin problemas. Esta integración a su vez simplifica la instalación y configuración de nuevos nodos de cómputo lo que se traduce en buena escalabilidad.

En cuanto a xCat estas herramientas se encuentran disponibles en los repositorios de xCat, open-HPC (Comunidad para la construcción y administración de sistemas HPC) [9] y en los repositorios del sistema operativo. Por lo anterior el gestor de paquetes de la distribución base seleccionada puede realizar la descarga y configuración de paquetes adicionales requeridos.

La personalización de instalaciones de paquetes adicionales se realiza mediante postscripts en xCat y en archivos XML para Rocks.

## 4 Resultados

Se hizo una comparativa entre las cualidades de ambos middlewares con base a 5 categorías que se explican a continuación con su respectiva tabla de comparación.

### 4.1 Características Generales

En los modelos de licencia de software (Tabla 1 columna 2) encontramos las licencias de software privativo, que normalmente cuenta con soporte exclusivo para él software y la licencia de código abierto/libre, que permite el acceso al código fuente.

Otro punto que destacar de los middlewares es su correcta adaptación a diferentes distribuciones Linux (Tabla 1, columna 3). Un aspecto que aporta flexibilidad es la escalabilidad, que es la cantidad de nodos de procesamiento (Tabla 1, columna 4) que se pueden administrar y al mismo tiempo, de manera adecuada. La base de datos donde se almacenan los datos de configuración del clúster se puede observar en la columna 5 de la Tabla 1. Por otra parte tenemos la interfaz de instalación, mientras que Rocks ofrece una GUI (Graphics User Interface) que es muy intuitiva para el usuario, en xCat solo se cuenta con la CLI (Command Line Interface) como se muestra en la columna 6 de la tabla 1.

Middleware	Modelo de licencia	Distribuciones soportadas	Escalabilidad	Base de datos	Tipo de instalación
Rocks	Comercial, Libre hasta 16 nodos	Oracle Linux, RHEL, CentOS	1000 Nodos	MySQL/MariaDb	GUI
xCat	Eclipse Public License	RHEL, SLES, Ubuntu, CentOS, AIX, Windows	10000 Nodos	SQLite, MySQL/MariaDb, PostgreSQL	CLI

□1 **Tabla 1.** Comparación de Características Generales

### 4.2. Herramientas

Los middlewares cuentan con distintas herramientas para facilitar su administración. Algunos ofrecen GUI, adaptadas a las característica de sus productos, haciéndolas más intuitivas y fáciles de usar. Además los middlewares generalmente tienen comandos específicos que son diferentes a los comandos GNU/Linux habituales (Tabla 2 columna 2). Los middleware comerciales suelen contar con una GUI (Tabla 2 columna 3) para realizar las tareas administrativas. Otro aspecto destacado son las herramientas de monitoreo (Tabla 2 columna 4), estas ofrecen la posibilidad de observar el funcionamiento del clúster, mostrando el estado de los trabajos que están actualmente en ejecución, recursos en uso y/o disponibles. Por otro lado administrar usuarios en un clúster impacta en toda su infraestructura y es muy útil contar con un método automatizado para hacerlo (Tabla 2 columna 5).

Middleware	Herramienta Administrativa CLI	Herramienta Administrativa GUI	Herramientas de monitoreo	Herramienta de Gestión de usuarios
Rocks	CLI Rocks	No tiene	Ganglia, Nagios	Si
xCat	CLI XCat	No tiene	-XCAT, SNMP, RMC, Ganglia, Nagios	Si

□2 **Tabla 2.** Comparación de Herramientas.

### 4.3 Soporte

El soporte comercial toma en cuenta la disponibilidad de un pago por soporte, ofrecido por las compañías de desarrollo (Tabla 3 columna 2). El soporte Infiniband (Tabla 3 columna 3) es importante debido a que este tipo de interconexión ofrece mejor rendimiento que ethernet (163 clúster en TOP500, utilizan infiniband [10]). La característica de soporte en la nube (Tabla 3 columna 4) ofrece mayor flexibilidad comparada con el hardware que puede tener el clúster, ya que se pueden utilizar los recursos de la nube, por otra parte, la ejecución diskless (Tabla 3 columna 5).

Middleware	Soporte comercial	Soporte Infiniband	Soporte en la nube	Soporte Diskless
Rocks	Si	OFED Roll (Mellanox binaries)	Amazon EC2	No* * Solo en versión 4.1
xCat	Si (IBM)	Si	Moab Adaptive Computing Suite	Si

□3 **Tabla 3.** Comparación de Soportes.

### 4.4. Complementos

La instalación de software complementario (Tabla 4 columna 2) o de desarrollo (Tabla 4 columna 3) mejora la administración y experiencia de un middleware, debido a que se pueden encontrar complementos que optimizan ciertas tareas, así como también la opción de añadir librerías MPI (Tabla 4 columna 4) y/o librerías matemáticas (Tabla 4 columna 5), las cuales hacen más robusta la experiencia del middleware.

Middleware	Software de terceros	Desarrollo de software	MPI	Librerías de Matemáticas
Rocks	Si	Compilador GNU, Roll CUDA, Roll Absoft, Roll Intel, Roll PGI, Roll Total View	- Roll HPC - Roll Intel - Roll PGI Extra	Intel MKL, Open Source math libraries
xCat	Si	Compilador Intel, Compilador PGI, Compilador GNU	- MPICH - MPICH-GM	Intel MKL, AMD Core Math Libraries, Goto Libraries, ATLAS L.

□4 **Tabla 4.** Comparación de Complementos.

### 4.5. Otros

Los métodos de instalación (Tabla 5 columna 2) difieren debido a que Rocks se instala a través de Rolls mientras que xCat se instala mediante imágenes. Cuando los clústeres son utilizados por una cantidad relativamente grande de usuarios, es vital tener un software JS (JobScheduler - Gestor de tareas). Un JS (Tabla 5 columna 3) automatiza la gestión de ejecuciones y define prioridades y/o colas para controlar el orden de ejecución de trabajos no relacionados. Una característica a destacar de la Shell es que al ser paralelas (Tabla 5 columna 4) permiten ejecutar comandos estándar de Linux en todos los nodos de cómputo al mismo tiempo. Desde la Shell se pueden añadir nodos para el middleware xCat mientras que Rocks cuenta con su propia interfaz gráfica para añadir los nodos (Tabla 5 columna 5).

Middleware	Método de instalación	Gestor de tareas	Shells Paralelos	Método para agregar nodos
Rocks	Paquetes, Ad-Hoc, P2P	SGE, Moab, Univa Grid Engine, PBS Pro, LSF Roll, Torque	SI	GUI
xCat	Paquetes, Imágenes	Slurm, Torque, Moab, PBS Pro	SI	CLI

□5 **Tabla 5.** Comparación de otras Características.

## 5 Conclusión y Trabajos Futuros

A través de la experiencia obtenida con la administración de ambos middlewares, podemos deducir que xCat es un middleware más robusto y completo, enfocado al mundo profesional, ya que cuenta con más y mejores herramientas para la administración de un clúster además de utilizar el CLI como herramienta principal, con lo cual se tienen mejores opciones para la administración.

A causa de las recientes actualizaciones de ambos middlewares, las comparaciones pueden diferir un poco por lo que en trabajos futuros se podrían complementar las tablas de comparación.

## Referencias

- [1] Imamagic, E. & Zagar, D, D. *Cluster Distribution Review*, Department of Computer Systems & University Computing Centre, Croacia, (s.f). Recuperado el 20 de Mayo del 2018, de [https://cuc.carnet.hr/cuc2004/program/radovi/d3\\_imamagic/d3\\_full.pdf](https://cuc.carnet.hr/cuc2004/program/radovi/d3_imamagic/d3_full.pdf).
- [2] Lascu, O., Brindeyev, A., Quintero, D, E., Sermakkani, V., Simon, R., y Struble, T. *xCAT 2 Guide for the CSM System Administrator*, Poughkeepsie, NY., 2008
- [3] Oberndorf, T., Merendino, T. & Simanta, S. *Selecting Middleware Technologies*, Carnegie Mellon University. (2010), Recuperado el 28 de Mayo del 2018, de [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/Presentation/2010\\_017\\_001\\_22268.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/Presentation/2010_017_001_22268.pdf)
- [4] RocksCluster. Recuperado el 20 de Mayo del 2018 de <http://www.rocksclusters.org/>.
- [5] Vargas, C. *Implantación y evaluación de un entorno Grid Computing basado en NPACI ROCKS*, Universidad Austral de Chile, (2007). Recuperado el 10 Junio del 2018, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfciv297i/doc/bmfciv297i.pdf>
- [6] Extreme Cloud/Cluster Administration Toolkit, (2017). Recuperado el 2 Junio del 2018, de <http://xcat-docs.readthedocs.io/en/stable/>
- [7] Brochard, L. *Lenovo HPC Strategy*. (2017). Recuperado el 24 Mayo del 2018, de <http://hpcadvisorycouncil.com/events/2017/swiss-workshop/pdf/Tuesday11April/LBrochard.LenovoHPCStratUpdate.Tues041117.pdf>
- [8] Komornicki, A., Mullen, G. & Landon, D. Roadrunner: Hardware and Software Overview, International Technical Support Organization, (2009). Recuperado de <http://www.redbooks.ibm.com/redpapers/pdfs/redp4477.pdf>.
- [9] OpenHPC. (2018). Recuperado el 28 Junio de 2018, de <http://openhpc.community/>
- [10] Feldman, M. TOP500 Meanderings: InfiniBand Fends Off Supercomputing Challengers, (2017), Recuperado el 30 de Junio del 2018, de <https://www.top500.org/news/top500-meanderings-infiniband-fends-off-supercomputing-challengers/>

# Métricas para evaluación de frentes de Pareto en un problema multiobjetivo de transporte público

Daniela Moctezuma García<sup>1</sup>, Juan Manuel Ramírez Alcaraz<sup>1</sup>, Víctor Ocyel Chávez Guerrero<sup>2</sup>, Carlos Alberto Flores Cortés<sup>1</sup>, José Román Herrera Morales<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> Universidad de Colima – Campus Central, Calle Av. Universidad 333, Las Víboras; CP 28040 Colima, Colima, México.

{daniela\_moctezuma, jmramir, cfcortes, rherrera}@uacol.mx

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán - Calle Av. Tecnológico No. 100; C.P. 49100, Cd. Guzmán, Jalisco, México.

{ocyel.123@gmail.com}

**Abstract.** When an optimization problem involves more than one variable to be minimized (or maximized), we are addressing a *multiobjective optimization problem*, in which, normally, the objectives (variables) are in conflict, this implies that one objective can not be improved without get worse the other. Delivery time and cost, quality and quantity, are examples of conflicting objectives. The multiobjective problems do not have a single solution, but a set of solutions (*Pareto Front*), from which it is possible to obtain the best solutions. However, frequently, the problems are simulated with different sets of input data or to different algorithms, consequently it generates multiple Pareto fronts, which in turn, must be evaluated in order to find the best. For this purpose, several metrics have been proposed, allowing comparisons between different fronts. In this work, several metrics found in the literature are described and a simple methodology to evaluate and find the best front is proposed. Data were generated by a *genetic algorithm* applied to a *public transport problem*.

**Resumen.** Cuando en un problema de optimización se involucran más de una variable a minimizar (o maximizar), hablamos de un *problema de optimización multiobjetivo*, en el cual, normalmente, los objetivos (variables) se encuentran en conflicto, esto implica que no se puede mejorar uno sin perjudicar el otro. Tiempo de entrega y costo, calidad y cantidad, son ejemplos de objetivos en conflicto. Los problemas multiobjetivo no tienen solución única, sino un conjunto de soluciones (*Frente Pareto*), de las cuales se pueden encontrar las mejores. Sin embargo, con frecuencia, los problemas que se analizan se simulan con diversos conjuntos de datos de entrada o para diferentes algoritmos, lo que en consecuencia genera múltiples conjuntos de Pareto, los cuales a su vez, deben ser evaluados con el fin de encontrar el mejor de ellos. Para este fin, se han propuesto diversas métricas que permiten realizar comparaciones entre diferentes frentes. En este trabajo, se describen diversas métricas encontradas en la literatura y se propone una metodología sencilla para evaluar diferentes frentes. Los datos fueron generados por un *algoritmo genético* aplicado a un *problema de transporte público*.

**Palabras Clave:** Optimización multiobjetivo, frentes Pareto, métricas, transporte público, algoritmos genéticos.

## 1 Introducción

A los problemas que intentan optimizar varios objetivos al mismo tiempo se les llama Problemas de Optimización Multi-objetivo (MOP: Multi-objective Optimization Problem). Los problemas relacionados con el transporte público son un ejemplo de MOPs, en los que es común considerar como objetivos el costo del servicio y los tiempos de viaje, objetivos que visiblemente se encuentran en conflicto entre sí, ya que no se puede mejorar uno sin afectar al otro. Los problemas multiobjetivo no tienen solución única, sino un conjunto de soluciones (Frente Pareto), de las cuales se pueden encontrar las mejores (Frente Óptimo de Pareto o Soluciones no-dominadas). Sin embargo, con frecuencia, los problemas que se analizan se simulan con diversos conjuntos de datos de entrada o para diferentes algoritmos, lo que en consecuencia genera múltiples conjuntos óptimos locales de Pareto, por lo que se hace necesario evaluar la calidad de las soluciones arrojadas. Debido a que la cantidad de soluciones varía y en ocasiones es muy amplia, existen métricas dedicadas a medir la calidad de los frentes de Pareto generados, éstas métricas analizan distintos puntos, como son la precisión de los resultados respecto a un frente óptimo, la distribución de las soluciones y el área que cubre el conjunto. En este trabajo se describen algunas de las métricas más utilizadas en la literatura y se propone una metodología sencilla para pruebas con un conjunto de datos determinar cuál o cuáles son las mejores para evaluar frentes de Pareto en problemas multiobjetivo. Los datos utilizados fueron generados por un Algoritmo Genético aplicado a un problema de transporte público. Los algoritmos genéticos se han convertido en una técnica muy apreciada para resolver problemas multiobjetivo debido a la calidad de las soluciones que generan.

## 2 Trabajos Relacionados

Diferentes trabajos han recopilado, mencionado, usado y analizado algunas de las métricas para la evaluación de frentes óptimos de Pareto en problemas multiobjetivo, sin embargo, ninguno de los trabajos encontrados propone una evaluación en conjunto para determinar el mejor frente Pareto. En [1] se describen distintas métricas que se utilizan para evaluar frentes de Pareto, se evalúan las métricas y se da un veredicto final sobre cuáles son las mejores a utilizar, sin embargo, el análisis se lleva a cabo únicamente englobando las métricas en tres categorías de superación o “Outperformance”, superación débil, fuerte o completa. Por lo tanto, no utilizan datos o realizan pruebas, sólo miden cuántas métricas son compatibles con cada tipo de Outperformance. En el trabajo de tesis [2] se mencionan 4 métricas: Tasa de error, Distancia generacional, Espaciado y Cobertura de conjuntos, las cuales son aplicadas para comparar los resultados arrojados por los diferentes algoritmos implementados. A su vez, en el trabajo de tesis [3] se utilizan las métricas: Tasa de error, Conteo de aciertos, Cobertura de conjuntos, Distancia generacional, Distancia Generacional Invertida, Espaciado e Hipervolumen, para evaluar diferentes Algoritmos Evolutivos Multiobjetivos. Por otro lado, en la tesis [4] se da una explicación más amplia acerca del qué, porqué y para qué de las métricas. Se explican con fines de dar a conocer cada una, y más adelante se utilizan las métricas de Hipervolumen, indicador épsilon e indicador R2 en sus experimentos para evaluar los resultados arrojados por los Algoritmos Evolutivos para Problemas Multiobjetivos (MOEAs) implementados. En [5] se mencionan las métricas de Distancia generacional, Cobertura de Conjuntos e Hipervolumen con fines de explicación ya que el tema central de la tesis es analizar dos algoritmos evolutivos para clustering multiobjetivo. Zheng *et al* [6] propone una nueva métrica de distribución (DM) que combina las métricas de espaciado (SP) y extensión total de Pareto (OS), con el objetivo de superar los defectos que éstas presentan. Los trabajos [7]–[9] son pioneros en las métricas de evaluación de problemas multiobjetivo, los autores de estos trabajos explican cada métrica y su definición formal. Nuestro trabajo se dedica a evaluar y aplicar dos métricas en conjunto para generar una metodología de evaluación de resultados para frentes de Pareto distinta a la mencionada en Zheng *et al.*, los demás artículos y trabajos encontrados hacen un análisis individual de cada métrica y posteriormente se usan directamente para la evaluación de sus resultados pero no contienen una metodología explícita o híbrida. Más adelante se describen las principales métricas que se mencionan en tales trabajos. En el presente trabajo se propone una metodología sencilla para evaluar la calidad de los diferentes frentes generados por la aplicación de un algoritmo genético (MOCeII) a un problema de transporte público.

## 3 Métricas de evaluación de frentes de Pareto para problemas multiobjetivo

No nos es muy productivo tener muchos resultados si no podemos determinar cuál o cuáles son los mejores para el problema que intentamos resolver. Debido a esto existen diferentes métricas diseñadas para evaluar los resultados obtenidos mediante los MOEAs (Multi-objective Optimization Evolutionary Algorithms) y una vez que se han evaluado los resultados, tomar una decisión en base a las evaluaciones. A continuación, se describen brevemente algunas de las métricas analizadas. En la tabla 1 se resumen las

fórmulas de cada una.

### 3.1 Tasa de Error (ER)

La métrica tasa de error [3], [7] indica un promedio de cuantas soluciones del frente de Pareto  $P$  no se encuentran sobre el frente de Pareto óptimo  $P^*$ .

### 3.2 Conteo de Aciertos (CA)

La métrica conteo de aciertos[3] indica un promedio de cuantas soluciones del frente de Pareto  $P$  se encuentran sobre el frente de Pareto óptimo  $P^*$ . Esta métrica funciona igual que ER, únicamente se invierten los valores.

### 3.3 Distancia generacional (DG)

La métrica de distancia generacional [3], [4], [7] indica el promedio de la distancia de  $P$  hacia  $P^*$ .

### 3.4 Distancia generacional invertida (DGI)

Distancia generacional invertida [3], [7], [10] tiene un funcionamiento similar a distancia generacional, la diferencia es que ahora se mide la distancia promedio de  $P^*$  hacia  $P$ , sólo será implementada DG.

### 3.5 Cobertura de conjuntos (C)

Sean dos conjuntos de vectores  $A$  y  $B$ , conjuntos de soluciones o frentes de Pareto distintos, la métrica cobertura de conjuntos [3], [4], [8] se encarga de evaluar la dominancia de  $A$  sobre  $B$  y viceversa, en pocas palabras, la intención es saber cuál es mejor que el otro. Si  $C(A,B)=1$  entonces significa que  $A$  domina débilmente a  $B$ , y si  $C(A,B)=0$  entonces significa que ninguna solución en  $A$  domina débilmente a  $B$ . En esta métrica  $C(A,B) \neq C(B,A)$  por lo tanto es importante calcular ambas condiciones.

### 3.6 Espaciado (S)

La métrica de espaciado [3], [4], [11] se encarga de medir la distancia existente entre las soluciones de un frente  $P$ . En teoría, un valor de 0 indica que las soluciones se encuentran equidistantes, sin embargo, en el caso de que las soluciones se encuentren concentradas en una sola región, la métrica igual obtendrá un valor relativamente pequeño o cercano al 0, por ello es necesario tener la representación visual del frente  $P$  que se está evaluando para observar realmente el espaciado de las soluciones y la región que cubren.

### 3.7 Extensión (spread o indicador delta)

Métrica propuesta en [12], y mencionada en [4], [10] al igual que espaciado mide la distancia entre cada una de las soluciones pero además añade la distancia hacia las *soluciones extremo* en el espacio de búsqueda o espacio objetivo.

### 3.8 Hipervolumen

En la métrica hipervolumen [3], [8], [10] se calcula el volumen (o el área para problemas de dos funciones) generado por un hipercubo a partir de un punto de referencia en el área objetivo. La fórmula matemática es la siguiente:  $HV = volumen(U_{i=1}^n v_i)$ . Donde  $n$  es la cantidad de soluciones,  $v_i$  es un punto de referencia en el espacio objetivo, este punto de referencia es el peor caso de las soluciones, el más lejano al origen en el caso de problemas de minimización, o el más cercano al origen en problemas de maximización. En la gráfica 1 se observa gráficamente la métrica hipervolumen para un problema de dos objetivos de minimización.

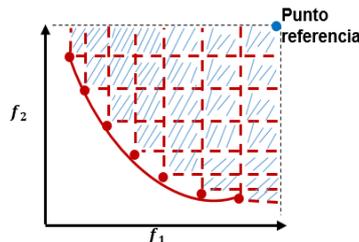


Fig. 1. Gráfica de Hipervolumen

### 3.9 Indicador Épsilon ( $I_\epsilon$ )

El indicador Épsilon ( $I_\epsilon$ ) [13], [14] nos indica cual es el factor por el cual un conjunto de datos es peor que otro con respecto a sus objetivos, esto es, cuanta dominancia tiene un frente sobre otro y la distancia que se debe desplazar  $B$  para ser dominante de  $A$  respecto al factor  $\epsilon$ . Matemáticamente se define como:

$$I_\epsilon(A, B) = \max_{z^2 \in B} \min_{z^1 \in A} \max_{1 \leq i \leq n} \frac{z_i^1}{z_i^2}$$

Donde  $z^1$  es un vector objetivo donde  $z^1 = (z_1^1, z_2^1, \dots, z_n^1)$  perteneciente al frente  $P(A)$  y  $z^2$  es un vector objetivo donde  $z^2 = (z_1^2, z_2^2, \dots, z_n^2)$  perteneciente al frente  $P(B)$ ,  $n$  es el número de objetivos que conforman el frente  $A$ . Cuando  $I_\epsilon(A, B)=1$   $A$  domina débilmente a los elementos en  $B$ , en el caso de que  $I_\epsilon(A, B)>1$   $B$  domina totalmente a  $A$ , y en el caso  $I_\epsilon(A, B)<1$   $A$  domina totalmente a  $B$ . Se observa la figura 2 para auxiliar a la comprensión de la métrica.

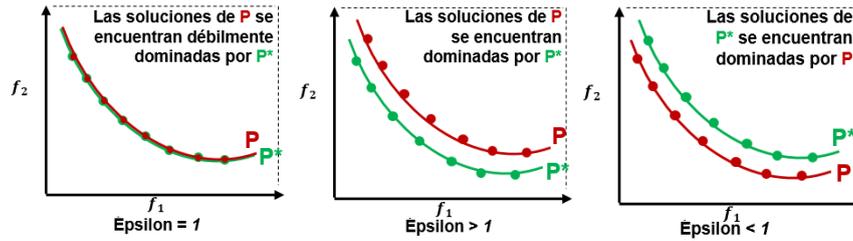


Fig. 2. Gráfica de Indicador épsilon  $I_\epsilon$

### 3.10 Resumen

En la tabla 1 se observan las métricas descritas a manera de resumen, con sus respectivas fórmulas y referencias.

Nombre de la métrica	Fórmula	Referencias
Tasa de Error (ER)	$ER = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n} \quad (1)$	[3], [7]
Conteo de Aciertos (CA)	$\square CA = \frac{\sum_{i=1}^n s_i}{n} \quad (2)$	[3]
Distancia generacional (DG)	$\square DG = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}} \quad (3)$	[3], [4], [7]
Distancia generacional invertida (DGI)	$DGI = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{n}} \quad (4)$	[3], [7], [10]
Cobertura de conjuntos (C)	$C(A, B) = \frac{  \{b \in B   \exists a \in A : a \leq b\}  }{ B } \quad (5)$	[3], [4], [8]
Espaciado (S)	$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2} \quad (6)$	[3], [4], [11]
Extensión (spread o indicador delta)	$\Delta = \frac{d_f + d_l + \sum_{i=1}^{n-1}  d_i - \bar{d} }{d_f + d_l + (n-1)\bar{d}} \quad (7)$	[12], [4], [10]
Hipervolumen	$HV = volumen(U_{i=1}^n   v_i) \quad (8)$	[3], [8], [10]
Indicador Epsilon ( $I_\epsilon$ )	$I_\epsilon(A, B) = \max_{z^2 \in B} \min_{z^1 \in A} \max_{1 \leq i \leq n} \frac{z_i^1}{z_i^2} \quad (9)$	[13], [14]

Tabla 1. Resumen de las métricas

## 4 Metodología

Los datos utilizados fueron generados por un algoritmo genético celular (MOCeII), aplicado a la solución de un problema de transporte público. El problema consiste en encontrar la mejor combinación de camiones de diferente tamaño que satisfagan una demanda dada con el menor costo posible. La carga de demanda inicial fue modificada con 18 variantes en horas pico y las horas contiguas a éstas. Esto derivado de la suposición de que al subir el precio del boleto en horas pico, la demanda en tales horas bajará y se distribuirá en las horas contiguas. Esto generó un total de 18 cargas de demanda diferentes a las que se le aplicó el algoritmo genético MOCeII para encontrar la mejor combinación de frecuencias y tipos de camiones que satisfagan de mejor manera la demanda. Los objetivos evaluados fueron el costo y la pérdida en la calidad del servicio (demanda insatisfecha), objetivos que obviamente se busca minimizar. El algoritmo genético considera 200 generaciones y una población de 200 individuos por generación, cada individuo representa una combinación de autobuses de diferente tamaño. De cada generación se obtiene el conjunto de soluciones no-dominadas (frente óptimo local). Para determinar el mejor frente de los 200 frentes óptimos de cada carga, se aplicaron dos métricas: épsilon e hipervolumen, y se ordenaron los frentes del mejor al peor en cada métrica. Se toman el mejor en una métrica y se busca su posición en el orden de la otra métrica. Posteriormente se calcula el promedio de posición (ranking) y se toma el menor de los dos. Esto genera una lista de 18 frentes óptimos, el mejor de cada carga. Dado que nos interesa cual carga (modificación de precio) es mejor, volvemos a evaluar los 18 frentes con las mismas métricas y el mismo procedimiento de promedio de ranking. Debido a que no se cuenta con un pareto óptimo real para este tipo de problema, no es posible aplicar métricas basadas en distancia, por esta razón se optó por utilizar las métricas de hipervolumen y épsilon ya que no requieren de un óptimo real. Mientras que hipervolumen mide diversidad o distribución del conjunto de soluciones de frentes individuales, épsilon se enfoca en la

comparación de dos conjuntos de soluciones para determinar un factor de distancia mínima que hace peor una solución que otra, al combinarlas podemos obtener evaluaciones de calidad más precisas de los frentes. Cabe mencionar, que dichas métricas se encuentran dentro de las primeras 5 métricas más utilizadas en la literatura [15]. Como primer paso se determinó la mejor generación con la métrica épsilon, considerando inicialmente la generación 1 y 2 de una carga y se evalúa cual es mejor entre estas dos, la mejor se evalúa con la generación 3 y así sucesivamente hasta encontrar la mejor generación. Este proceso se repite para encontrar las sucesivas mejores generaciones obteniendo una lista ordenada de la mejor a la peor. En la tabla 2 se muestran los 3 primeros lugares utilizando la métrica épsilon de cada carga, indicando cual es la mejor generación.

		Cargas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
RANK	1	199	192	144	199	175	184	198	199	190	189	197	198	198	198	197	198	196	199
	2	198	199	143	198	176	183	197	198	186	188	198	199	199	199	196	195	197	198
	3	188	191	193	197	174	156	196	197	198	192	199	195	197	194	199	194	198	188

Tabla 2. Resultados Primera Evaluación Métrica Épsilon.

En la métrica hipervolumen se ingresa cada generación de cada carga y se obtiene el valor de hipervolumen por generación, posteriormente para rankear estos resultados de la métrica se ordenan de mayor a menor ya que el valor más alto de hipervolumen indica ser el mejor frente.

		Cargas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
RANK	1	199	188	199	195	193	198	199	198	199	185	169	178	181	167	199	192	195	194
	2	200	189	196	195	194	196	199	199	198	199	161	170	178	166	199	193	196	193
	3	198	190	195	199	200	197	188	197	197	194	164	168	182	187	198	199	186	195

Tabla 3.

Resultados Primera Evaluación Métrica Hipervolumen.

El segundo paso consiste en sacar un ranking promedio de la primera evaluación, donde se realiza lo siguiente: El ranking 1 de épsilon es la generación 144, la cual está en la posición 45 con hipervolumen, por lo que su ranking promedio es 23. Mientras que para la métrica hipervolumen la posición 1 la obtuvo la generación 199 la cual tiene la posición 80 en épsilon, por lo que su posición promedio es 40.5, quedando en mejor posición la generación 144. En la tabla 5 se muestra las mejores generaciones por carga después del cálculo del ranking promedio de la primera evaluación.

		Cargas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
RANK	1	199	188	199	195	193	198	184	198	199	185	189	178	181	167	199	192	195	194

Tabla 5.

Resultados Ranking Promedio entre Épsilon e Hipervolumen.

El tercer paso consiste en realizar el mismo proceso de evaluación de la primer etapa pero ahora solo con las mejores generaciones obtenidas en segundo paso a través del ranking promedio. Dando como resultados de la métrica épsilon lo mostrado en la tabla 6 y de la métrica hipervolumen lo mostrado en la tabla 7.

		Cargas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
RANK	1	4	8	1	5	10	14	2	15	12	9	3	17	6	13	16	7	18	2

Tabla 6.

Resultados Segunda Evaluación Métrica Épsilon.

		Cargas																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
RANK	1	1	10	11	3	2	5	9	18	12	16	8	13	14	15	17	7	6	4

Tabla 7.

Resultados Segunda Evaluación Métrica Hipervolumen.

Por último, se realiza de nuevo el ranking promedio de los resultados de ambas métricas de la segunda evaluación y se obtuvo que la primera carga con la generación 199 es el mejor frente, y por lo tanto es la mejor combinación de camiones de diferentes tipos.

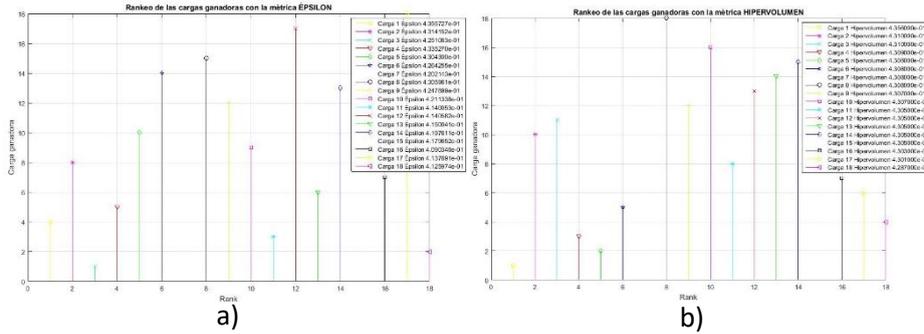


Fig. 3. Ranking por carga con la métrica  $\epsilon$  (a) y con hipervolumen (b).

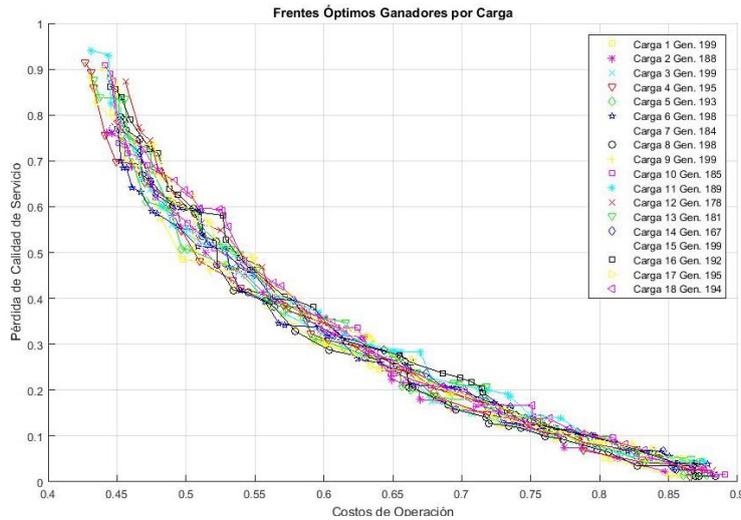


Fig. 4. Frentes de Pareto óptimo ganador por carga.

En la figura 3 se muestran los valores  $\epsilon$  (a) e hipervolumen (b) del mejor frente por carga, y en la cual se puede apreciar que la carga 1 generación 199 (ganadora) es la mejor ya que obtuvo el valor más alto en ambas métricas. En la figura 4 se pueden observar los frentes de Pareto ganadores por carga, en la que se puede apreciar de igual manera que el de la carga 1 es la mejor con estas dos métricas.

## 5 Conclusiones

Existe una amplia variedad de métricas para evaluar problemas de optimización multiobjetivo, se clasifican en tres tipos, cubriendo así los aspectos que debe tener un buen frente (precisión, uniformidad y extensión). Para algunas métricas se requiere un frente óptimo real al momento de evaluar y hacer comparaciones, sin embargo, no en todos los problemas se tiene un frente óptimo real, por lo que estas métricas no son aplicables a cierto tipo de problemas donde nuestro frente óptimo real sea desconocido. En este trabajo se utilizó una metodología sencilla, basada en el promedio de los rankings de cada frente, para evaluar la calidad de los frentes obtenidos a partir de un AG. Las métricas seleccionadas en esta metodología fueron:  $\epsilon$  e hipervolumen, las cuales en conjunto permiten evaluar de forma más precisa los diferentes frentes. Esta metodología nos permite encontrar un resultado de buena calidad, capaz de resolver el problema en cuestión considerando 2 de las métricas más utilizadas en la literatura, las cuales al combinarlas nos da el frente mejor espaciado, extenso, cubriendo una mayor área del espacio de búsqueda con respecto a otros frentes. Como trabajo futuro se busca evaluar los frentes restantes con más métricas y otras medidas estadísticas, como por ejemplo la desviación estándar y no únicamente el promedio de ranking.

## 6 Referencias

- [1] J. Knowles y D. Corne, "On metrics for comparing nondominated sets", 0-7803-72824/02/\$10.00 02002 IEEE, 2002, vol. 1, pp. 711–716.
- [2] L. V. S. Quintero, "Un Algoritmo Basado en Evolución Diferencial para Resolver Problemas Multiobjetivo", Tesis, CINVESTAV, México, D. F., 2004, p. 142.
- [3] Lopez, "Diseño de un algoritmo evolutivo multiobjetivo paralelo", Tesis, CINVESTAV, México, D.F., 2005, p. 168.

- [4] A. C. OLIVERA, “Desarrollo teórico de técnicas meta-heurísticas para resolver problemas de optimización “TN” (Transit Networks) en entornos dinámicos”, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina, 2009, p. 165.
- [5] D. E. M. MARTINEZ, “Un estudio empírico de dos algoritmos evolutivos para clustering multi-objetivo”, Xalapa Enríquez, Veracruz, Universidad Veracruzana, 2013, p. 90.
- [6] K. Zheng, R.-J. Yang, H. Xu, y J. Hu, “A new distribution metric for comparing Pareto optimal solutions”, *Struct. Multidiscip. Optim.*, vol. 55, núm. 1, pp. 53–62, ene. 2017.
- [7] D. A. V. Veldhuizen y G. B. Lamont, “Multiobjective Evolutionary Algorithms: Analyzing the State-of-the-Art”, *Evol. Comput.*, vol. 8, núm. 2, pp. 125–147, jun. 2000.
- [8] E. Zitzler, “Evolutionary Algorithms for Multiobjective Optimization: Methods and Applications”, Swiss Federal Institute of Technology Zurich for the degree of Doctor of Technical Sciences, Nov. 1999, p. 134.
- [9] K. Deb, “Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms: An Introduction”, KanGAL Report Number 2011003. Feb. 2011, p. 24.
- [10] O. L. Mena, K. L. Silva, T. C. Cordovés, y A. R. Suárez, “Métricas de rendimiento para evaluar predicados difusos multiobjetivos”, XVII convención y feria internacional Informática 2018 Cuba, 2018, p. 7.
- [11] J. R. Schott, “Fault tolerant design using single and multicriteria genetic algorithm optimization”, Master of Science Thesis Massachusetts Institute of Technology, May. 1995, p. 203.
- [12] K. Deb, A. Pratap, S. Agarwal, y T. Meyarivan, “A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II”, *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 6, núm. 2, pp. 182–197, abr. 2002.
- [13] Peña Morales, “Optimización multiobjetivo para la planificación de transporte público aplicando técnicas metaheurísticas”, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en Ciencias, p. 96, 2017.
- [14] E. Zitzler, L. Thiele, M. Laumanns, C. M. Fonseca, y V. G. da Fonseca, “Performance assessment of multiobjective optimizers: an analysis and review”, *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 7, núm. 2, pp. 117–132, abr. 2003.
- [15] N. Riquelme, C. Von Lucken, y B. Baran, “Performance metrics in multi-objective optimization”, 2015 XLI Latin American Computing Conference (CLEI), 2015, pp. 1–11.

# Competencias en el Programa de Sistemas Computacionales, la valoración del alumno

José Ramon Olivo Estrada<sup>1</sup> Carmelina Montano Torres<sup>2</sup> Bernabé Ríos Nava<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dr. en Ciencias de la Educación, docente de Economía e Informática de la Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit. México. 3111176149, correo: olivojr@gmail.com

<sup>2</sup> M. en C. en Educación Superior, docente de Economía y Coordinadora en la Secretaría de Docencia de la Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit. México. 3111308339. correo: karmelina.mt@gmail.com

<sup>3</sup> Dr. en Ciencias de la Educación, docente de Medicina de la Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit. México. 3111387851, correo: brios1954@gmail.com

**Resumen.** En el estudio se analiza el nivel de adquisición de la competencia para la Elaboración de Proyectos, siendo una cualidad declarada en el perfil de egreso del programa de Sistemas Computacionales, con la percepción de los alumnos con mayor avance de la carrera. En la revisión se considera importante las capacidades para la gestión y elaboración de proyectos, ya que la práctica profesional enfrenta al reto de explicar y generar propuestas de solución con la utilización de las tecnologías. En la opinión de los alumnos, se expresan serias deficiencias en el manejo conceptual y metodológico para el desarrollo de proyectos, se les complica realizar propuestas de proyectos de inversión; aunque es posible que en los alumnos del último semestre son menores estas deficiencias, lo que significa que el perfil de egreso de alguna forma esta logrado. En este sentido, se deberán hacer readecuaciones en la práctica docente y tener conciencia sobre la vinculación de contenidos con prácticas reales.

**Palabras clave:** Formación, Competencias, Perfil de egreso.

**Summary.** In the study the level of acquisition of the projection competition is analyzed, being a quality of the graduate of the Systems program, with the perception of the students, with greater advance of the career. In the review, the capacities for the management and preparation of projects are considered important, since the professional practice faces the challenge of explaining and generating solution proposals with the use of technologies. In the opinion of the student's serious deficiencies are expressed, in the conceptual and methodological management for the development of projects, it is complicated to make proposals of investment projects, although it is possible that the students of the last semester are minor these deficiencies, which means that the exit profile is somehow achieved. In this sense, there must be readjustments in the teaching practice, be aware of the connection of contents with real practices.

**Keywords:** Training, Competencies, Graduation profile

## 1 Introducción

La Universidad Autónoma de Nayarit, orienta el trabajo académico en el modelo educativo definido por competencias; al respecto, en el Documento Rector (UAN, 2002) en la formación universitaria de los estudiantes es preciso adquieran, además de los conocimientos disciplinarios, una serie de habilidades, valores, actitudes y competencias capaces de traducirse en: habilidades genéricas, competencias y capacidades para el trabajo. Para el logro de tal propósito, la institución ha requerido que los perfiles de egreso de las carreras que se ofrecen se definan por competencias, las cuales deberán sustentarse en la estructura curricular.

En el caso del perfil de egreso de la Licenciatura de Sistemas Computacionales, queda acotado a determinada estructura de competencias, las cuales se confirman en el documento curricular del programa; entre las competencias que tienen que ver con Elaboración de Proyectos, son: Conocer e implementar sistemas de redes; Diseñar y administrar bases de datos; Analizar y codificar datos; Diseñar, desarrollar, administrar y mantener proyectos de aplicación, aplicando teorías, métodos y herramientas de ingeniería de software, para la construcción de soluciones en el ámbito organizacional apeándose a las normas y

estándares, con un sentido de responsabilidad y ética profesional (Proyecto Curricular de Sistemas Computacionales, 2012).

El presente estudio, se realizó para reconocer el nivel alcanzado en la competencia para Elaboración de Proyectos (Proyectar), a partir de la percepción del propio estudiante; si el modelo educativo de la institución se basa en la formación por competencias, es necesario identificar que esas cualidades estén trabajándose en el proceso académico áulico, y que el nivel de integración sea el óptimo para lograr congruencia entre lo formal del perfil de egreso, y lo real que se evidencia en las capacidades del estudiante que está concluyendo la carrera. En Torres-Coronas, T. y Vidal-Blasco, M.(2015), para las universidades garantizar la empleabilidad implica participar en el desarrollo de las competencias y cualificaciones que refuerzan la capacidad para aprovechar las oportunidades de formación que se les presenten, con la finalidad de encontrar y conservar un trabajo. En este marco contextual, se diseñó la investigación para evaluar la percepción que los estudiantes universitarios españoles tienen sobre el nivel competencial que alcanzan en sus estudios.

Se manifiesta que el estudio sobre la evaluación de competencias en el proceso de formación no ha sido revisado, por lo que fue necesario realizar la presente investigación, donde se recuperó la percepción del alumno de su experiencia respecto a la adquisición de la competencia para Elaboración de Proyectos, que es eje en la formación del profesionista en Sistemas Computacionales en nuestra institución. En lo encontrado al analizar los resultados del trabajo de campo, se confirma que tal competencia no se encuentra en un nivel de adquisición importante para su ejercicio en los espacios ocupacionales por estos futuros profesionistas, lo que implica que es necesario realizar ajustes principalmente en la práctica del docente y en la forma de abordaje de los contenidos disciplinares; en específico es importante que se habilite en el manejo conceptual y metodológico para realizar proyectos de inversión y tecnológicos, además se tiene escasa habilidad para encontrar diferentes rutas de solución a problemáticas planteadas, aunque estas singulares deficiencias son menos evidentes entre los alumnos que están por egresar.

## 2 Marco teórico

La formación necesaria para comprender y explicar los fenómenos complejos que están frente a la práctica de los profesionistas, hacen necesario por un lado, conocer la situación que presenta el proceso de la formación universitaria, en referencia no solo de las capacidades derivadas de la disciplina, sino que se trata de estudiar los elementos de tipo multidisciplinar o mas allá del margen de ese conocimiento eje de las carreras; es decir, se debe analizar cómo está la situación de la adquisición y ejercicio de capacidades para resolver problemas inéditos.

En el ámbito del empleo se reconoce que el mercado de trabajo de profesionistas se ha visto impactado por el problema de un reducido crecimiento de la economía, de tal forma que con mercados laborales recesivos y extremadamente competitivos; de acuerdo a Fernández, A. y Nyssen (2009), la verificación del acoplamiento entre el perfil demandado por el mercado y el alcanzado durante el proceso formativo adquiere especial relevancia, pues no puede olvidarse la relación entre formación y empleo, sus efectos en la empleabilidad de los futuros graduados universitarios y en la potenciación de la movilidad profesional, citado en Torres-Coronas, T. y Vidal-Blasco, M.(2015).

El proceso de formación en la educación superior esta implicando la integración de un conjunto de cualidades que determinan el perfil de egreso, sustentado tanto en conocimiento disciplinar como de una serie de habilidades y comportamientos valorados en especial desde el empleador; todo ello significa el manejo profesional de instrumentos y metodologías para resolver problemas específicos, se trata entonces de orientar la formación hacia los requerimientos del mercado laboral alejándose de cierta forma de factores sociales y culturales. Tal condición ha determinado que el trabajo educativo considere como eje académico el de las competencias, considerando la única opción para realizar el proceso de formación; al respecto, en términos de Le Boterf (2001), una persona competente es el que sabe actuar de manera pertinente en un contexto particular, eligiendo y movilizando un equipamiento doble de recursos: recursos personales (conocimientos, saber hacer, cualidades, cultura, recursos emocionales...) y recursos de redes (bancos de datos, redes documentales, redes de experiencia especializada, etc.), tal afirmación en Checchia, B. e Iglesias, G. (2013), se asegura que saber actuar de forma pertinente supone, ser capaz de realizar un conjunto de actividades según ciertos criterios deseables.

Esta condición determina que el proceso educativo que sustenta la formación de profesionistas se reorienta hacia la adquisición de competencias, las que tienen que ver con situaciones-problemas, de acuerdo a Roegiers, X. y Peyser Bief, A. (2007) que conducen al alumno a la integración de un conjunto

de aprendizajes puntuales y a su articulación con diferentes saberes y saber-hacer. En este mismo sentido, en Maldonado-Rojas, Vidal-Flores y Cols. (2015), se afirma que el abordaje por competencias se entiende como un conjunto complejo e integrado de conocimientos, habilidades, actitudes y destrezas requeridas para resolver situaciones de trabajo, Sladogna GM, (2000). Este enfoque se caracteriza por formular el currículo no sólo en términos de contenidos, sino que hace explícito lo que se espera que los estudiantes sean capaces de hacer con esos contenidos.

La discusión en la actualidad es cómo hacer que las competencias específicas del perfil profesional en ciencias de la computación sean las adecuadas a los requerimientos del aparato productivo, este cuestionamiento es la guía para definir el perfil de egreso en la formación universitaria; otra pregunta que surge en este vínculo problemático, cómo darse cuenta de la adquisición de ciertas competencias, su nivel y su cualidad.

Para analizar estas dudas es necesario recuperar algunas consideraciones; al respecto, Díaz Barriga (2006) y Verginica et al. (2009), indican en Torrez, M. (2011) que la evaluación de competencias es un desafío pedagógico para los educadores, su éxito y proyección está en manos de los docentes y estudiantes que de forma consecuente se involucran en su desarrollo. Lo que significa que el proceso para reconocer el nivel de desarrollo de las competencias adquiridas es a través de la percepción del mismo protagonista del aprendizaje, se trata de reconocer el sentido de la competencia por el propio estudiante; al respecto Cano, G. (2008), se afirma que la mejor forma de evaluar competencias es poner al sujeto ante una tarea compleja, para ver cómo consigue comprenderla y conseguir resolverla movilizand o conocimientos. Por lo que, la evaluación debe de constituir una oportunidad de aprendizaje y utilizarse no para seleccionar a quien posee ciertas competencias, sino para promoverlas en todos los estudiantes. Se reconoce que el sujeto está en permanente aprendizaje, por lo que la misma competencia está en constante evolución; se actualiza constantemente, por lo que es necesario readecuar el proceso de su seguimiento para observar el progreso y desarrollo.

En García-Sanz, M.P. (2014), se confirma que la evaluación de competencias supone valorar la capacidad del alumno para dar respuesta a situaciones más o menos reales con las que con muchas probabilidades, se va a encontrar en el futuro, aunque evidentemente, nunca del mismo modo en que han sido aprendidas, ya que las combinaciones de problemas y contextos reales pueden ser infinitas (Zabala y Arnau, 2007). Ello significa que el desempeño de la competencia es observable en la ejecución de esta, siendo esas líneas de observación elementos indicativos en la evaluación. En este mismo estudio, se asegura que la evaluación de competencias constituye una de las tareas más importantes en los procesos educativos universitarios, especialmente por su propia utilidad formativa y sus consecuencias socio profesionales, como son la certificación, reconocimiento, convalidación de experiencia, etc.

Los cuestionamientos definidos en la problematización han determinado la necesidad de reconocer el avance, el nivel de adquisición de las competencias y su posible aplicación entre los estudiantes de la licenciatura de Sistemas Computacionales en la Universidad Autónoma de Nayarit; esto nos lleva a la necesidad de comprender el proceso de la evaluación de las competencias profesionales; al respecto Urzúa, H. y Garritz, R. (2008), afirma que del éxito o fracaso de los profesionales al insertarse en los diferentes campos laborales para los cuales se supone están preparados, es el resultado del nivel de adquisición de las competencias, entonces qué está ocurriendo con la evaluación de estas competencias?.

Lo anterior significa que se tenga que realizar innovaciones en la esencia del proceso educativo, es decir, se deben utilizar de acuerdo a Díaz, M., Ramírez, S. y Ramírez S. (2009), estrategias didácticas y administrativas pertinentes para que la teoría se lleve a la práctica y, de esta manera se facilite el desarrollo de habilidades en el proceso de formación y con esta condición se permita trasladar sus conocimientos adquiridos a situaciones y contextos diferentes en su vida profesional. Lo anterior, sin olvidar que se deben formar buenos seres humanos, dispuestos a servir a la sociedad.

### **3 Metodología**

El presente estudio, se desarrolló con la participación de los estudiantes de la Licenciatura en Sistemas computacionales; se eligieron los alumnos del quinto, séptimo y noveno semestre para recuperar su testimonio por medio de encuestas, se decidió que ellos fueran los protagonistas, considerando que el avance en su carrera fuera mayor a la mitad de los créditos y proporcionara mayor claridad y objetividad sobre el nivel de desarrollo de competencias. En particular, en este trabajo se evidencia la competencia para la realización de proyectos, para lo cual se realizaron algunas preguntas, entre las cuales son: ¿Reconoces la importancia de métodos científicos en la toma de decisiones?; Comprendes conceptos para

los proyectos, en la planeación?; Comprendes los elementos de un proyecto de inversión?; Sabes proponer alternativas en un problema respecto a tiempo y costo, entre otras?

Del perfil de egreso se recuperó en este caso, la competencia para elaborar proyectos, que es parte de: Desarrollar, administrar y mantener proyectos de aplicación; Diseñar y desarrollar proyectos web, de acuerdo al documento curricular, se afirma que el egresado será capaz de proyectar y desarrollar propuestas de aplicación, aplicando teorías y métodos de ingeniería de software, para la construcción de soluciones en el ámbito organizacional, apegándose a las normas y estándares; además, diseñar y desarrollar proyectos web conociendo aspectos teóricos con apoyo de la ingeniería web, así como la configuración de los diferentes servidores, para soluciones web en los sectores privados y públicos a través de la comprensión de las necesidades de la organización que se sustentan en procesos para elaborar propuestas de proyectos (Plan de Estudio del Programa de Sistemas Computacionales, 2012).

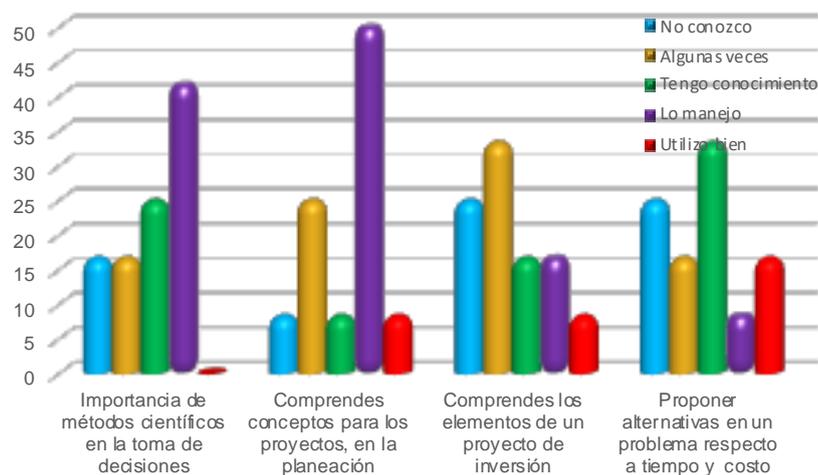
Se aplicó la encuesta al total de la población de alumnos del quinto, séptimo y noveno semestre considerando que es un solo grupo escolar de cada nivel, de tal forma que en suma son 35 estudiantes, lo cual no significó complicación alguna, considerando el fácil acceso a la base de datos escolar; la muestra se considera censal. El estudio se realizó en el marco del proceso de acreditación, lo que facilitó la apertura de la autoridad administrativa, ya que los resultados son evidencia presentable a la comisión de evaluación y elementos necesarios para el organismo externo acreditador.

La encuesta se diseñó de tal forma que la respuesta del alumno fuese lo más objetivo, lo que significó que las opciones se adecuaron lo más posible a sus procesos cotidianos; es decir, se definieron por medio de una prueba piloto para identificar de forma más cercana a la condición real que convive el alumno en el ambiente escolar.

Con ello se logró que las respuestas fueran en relación con: ¿Conoces y comprendes conceptos para desarrollo de los proyectos?, las opciones de respuesta son: Lo he escuchado en clases; No lo comprendo; No le entiendo; En el curso nos enseñaron; Sí lo entiendo y en ocasiones lo aplico. Respecto a ¿Sabes la importancia de aplicar métodos científicos en la toma de decisiones?, las respuestas fueron: No sé; Desconozco; Creo que es necesario investigar para decidir; Sí los conozco y los utilizo frecuentemente. Sabes proponer alternativas para resolver un problema respecto a tiempo y costo?, a esta pregunta se definieron las respuestas: En clase me dijeron cómo se hace, pero no entiendo; En clase no me han dicho cómo; Tengo idea pero no sé cómo aplicarlo; He hecho un trabajo sobre esto.

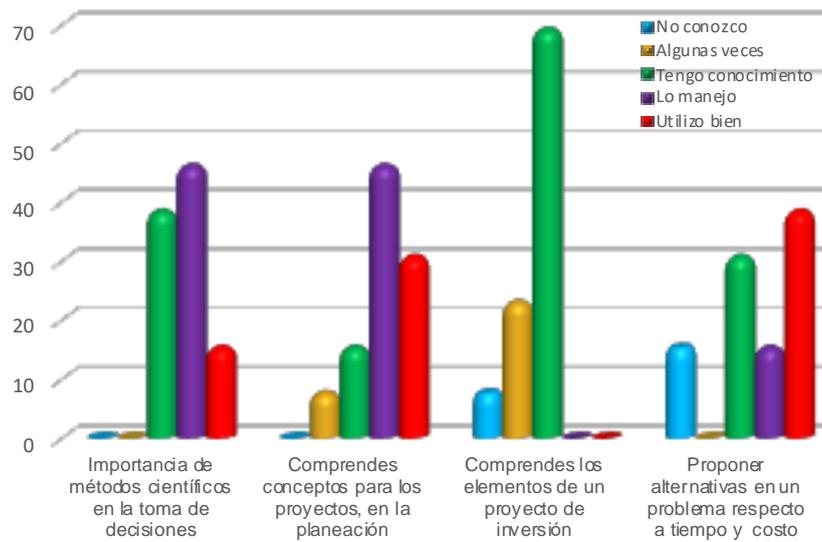
En suma, el proceso de elaboración del instrumento para aplicar las encuestas se consideró que fuera lo más ideal al sentido de la comunicación de los estudiantes, para lograr mejorar la objetividad de las respuestas.

Gráfica 1. Competencia Proyectar 5º Semestre, Sistemas



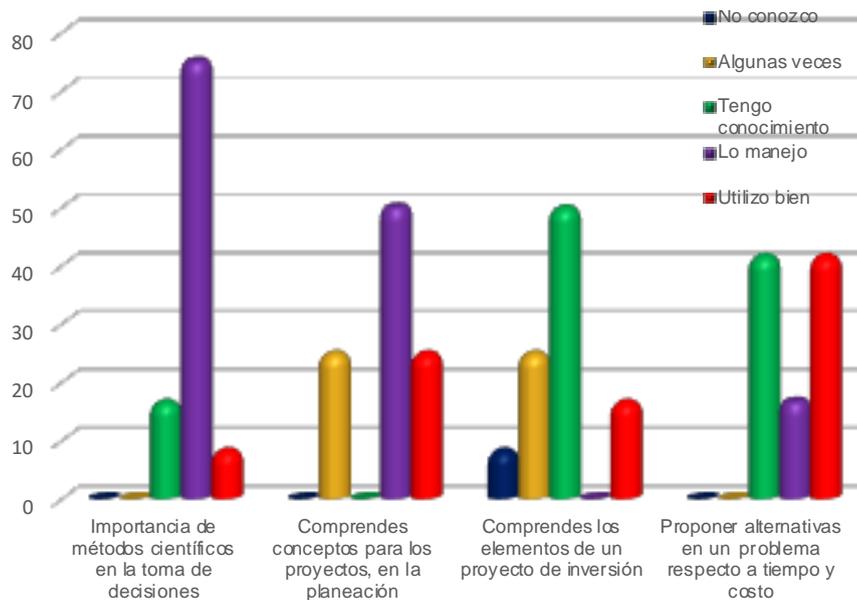
En la gráfica 1, se muestra que los encuestados del quinto semestre del programa de Sistemas Computacionales aseguran manejar métodos científicos para tomar decisiones, además de conceptos para la realización de proyectos. Desconocen de las partes que componen los proyectos de inversión; por tanto, desconocen la elaboración de propuestas para enfrentar un problema. En general, la práctica para el desarrollo de proyectos no es una capacidad evidente entre estos alumnos.

Gráfica 2. Competencia Proyectar 7º Semestre, Sistemas



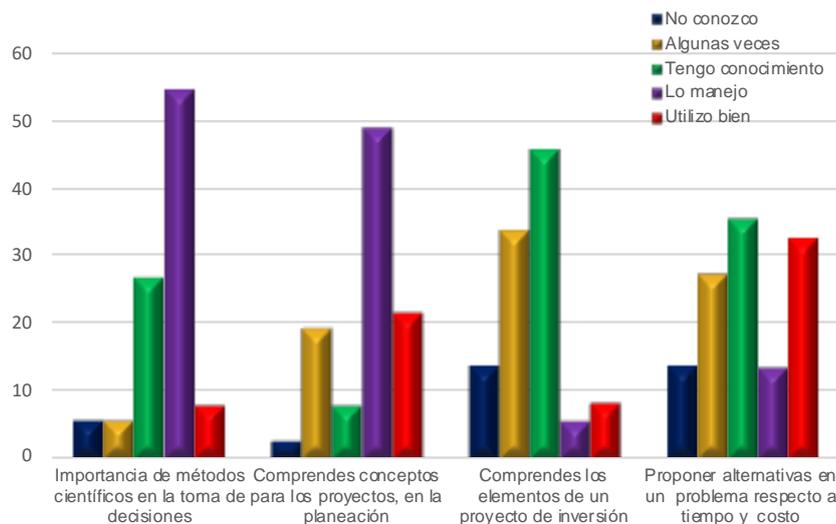
En la gráfica 2, los alumnos del séptimo semestre de la carrera de Sistemas Computacionales, afirman que saben el significado del concepto que implican los proyectos de inversión, del manejo de métodos para resolver estos retos, pero desconocen las partes de un proyecto, aunque de cierta forma reconocen la manera para la realización de soluciones a estos problemas. Se manifiesta que con el avance de los cursos han mejorado el manejo de esta competencia.

Gráfica 3. Competencia Proyectar 9º Semestre, Sistemas



En la gráfica 3, se observa que los alumnos del noveno semestre de Sistemas tienen un manejo importante de los métodos, conceptos y los procesos para elaborar proyectos de inversión, aunque manifiestan la misma deficiencia que los estudiantes de los semestres previos cuando tienen problemas para comprender de forma significativa los elementos que definen un proyecto de inversión.

Gráfica 4. Competencia Proyectar (Promedio de los grupos) Sistemas



El desarrollo de la capacidad de realizar proyectos, de los alumnos encuestados según la gráfica 4, aseguran que entienden los conceptos, manejan métodos para elaborar proyectos de inversión, un poco menos pueden desarrollar en la práctica el realizar propuestas; por otro lado, tienen la debilidad de no saber las partes de los proyectos. De las habilidades analizadas que son parte de la competencia Proyectar, es evidente que, al paso de cada semestre y el tránsito por los cursos, se ha podido integrar esa cualidad en los alumnos, aunque se muestran ciertas debilidades.

## 5 Conclusiones

En general los alumnos del noveno semestre, tienen más desarrollada la capacidad para la toma de decisiones utilizando herramientas científicas, aunque los del quinto y séptimo semestre, también evidencian esta capacidad pero un poco menos; en cuanto a la comprensión de los conceptos que se requieren en los proyectos, los alumnos del séptimo y del noveno semestre tienen estos conocimientos mejor adquiridos; en relación con elaborar propuestas para resolver problemas, los del noveno semestre y después los del séptimo semestre tienen más desarrollada esta habilidad; respecto al entendimiento de las partes que componen un proyecto, se puede afirmar que no se evidencian tal conocimiento entre los alumnos encuestados.

De lo anterior, se puede afirmar que los alumnos requieren participar en actividades básicas para el análisis, síntesis y otras propias del desarrollo de proyectos de investigación, considerando que la competencia de proyectar es una necesidad para resolver problemáticas de su profesión, ya que no todo está construido para solo aplicarse, no todo es encontrar el software ideal que resuelva cualquier particularidad, en todo caso con el manejo de las habilidades para realizar proyectos se le puede fortalecer la potencialidad a lo ya establecido en las aplicaciones tecnológicas, pero esto implica reconocer en primer momento la capacidad del profesional, para después elevar su dispositivo intelectual para desarrollar estrategias que apoyen hasta lo más complicado en la realidad de la práctica profesional. Esto significa la exigencia de realizar cambios o innovaciones en la forma de enfrentar el contenido disciplinar, se trata de definir estrategias metodológicas y pedagógicas que den como resultado potencializar la capacidad del alumno, en especial considerando el pensum vinculado con situaciones actuales reales y emergentes. Es necesario que los cursos orientados al desarrollo de las competencias para proyectar tengan enriquecimiento con elementos disciplinares en todos los demás cursos, en especial con aquellos que integran conocimientos para aplicarlos o vincularlos a casos problemáticos. Los resultados de este estudio muestran la necesidad de reconocer de manera frecuente el nivel de adquisición competencial del estudiante, a partir del testimonio de los diferentes protagonistas que participan en el proceso de formación; se puede asegurar que el análisis de este objeto en general no ha sido estudiado, sino que se han orientado frecuentemente a la revisión del nivel de competencia alcanzado al término de la carrera.

## Referencias

- [1] Unidad Académica de Economía (2012). Plan de estudio del Programa de Sistemas Computacionales.
- [2] Torres-Coronas, T. y Vidal-Blasco, M. (2015) Percepción de estudiantes y empleadores sobre el desarrollo de competencias digitales en la Educación Superior. *Revista de Educación*, 367. Enero-marzo 2015, pp. 63-90  
Recuperado de: [www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/doi/re367283.pdf?documentId](http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/doi/re367283.pdf?documentId).
- [3] Checchia, B., Iglesias, G. (2013). Demanda de los empleadores argentinos de competencias genéricas en graduados de ciencias empresariales y sociales: Un estudio en cinco ciudades. *Debate Universitario*. CAEE-UAI, Vol. 1, Núm. 2. 4-18.
- [4] Roegiers, X. y Peyser Bief, A. (2007). La comunidad de prácticas curriculares Centroamericana y el trabajo de evaluación de competencias. El concepto y utilidad de la situación-problema. Recuperado de [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/COPs/News\\_documents/2007/0710SanJose/evaluacion\\_de\\_competencias.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/COPs/News_documents/2007/0710SanJose/evaluacion_de_competencias.pdf)
- [5] Maldonado-Rojas, M., Vidal-Flores, S., Royo-Urrizola, P. & Gómez-Urrutia, V. (2015). Evaluación de competencias genéricas en egresados de tecnología médica de la Universidad de Talca, Chile. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 18(5), 353-359. <https://dx.doi.org/10.4321/S2014-98322015000600010>
- [6] Torrez, H., Tena, M., & González L. (2011). Co - evaluación de Competencias en el Proyecto Final de Carrera: Aplicación a la Titulación de Administración y Dirección de Empresas. *Formación universitaria*, 4(5), 37-44.
- [7] Cano, G. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. En *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*. Vol. 12, Núm. 3 recuperado de: <https://www.ugr.es/~recfpro/rev123COL1.pdf>
- [7] García-Sanz, M.P. (2014). La evaluación de competencias en Educación Superior mediante rúbricas: un caso práctico. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17 (1), 87-106. Recuperado de: [file:///Users/ramon/Downloads/Dialnet-LaEvaluacionDeCompetenciasEnEducacionSuperiorMedia-4736383%20\(6\).pdf](file:///Users/ramon/Downloads/Dialnet-LaEvaluacionDeCompetenciasEnEducacionSuperiorMedia-4736383%20(6).pdf)
- [8] Urzua, H. & Garritz, R. (2008). Evaluación de competencias en el nivel universitario. [*Ide@s CONCYTEG*], Núm. 39.
- [9] Díaz, M., Ramírez, S. y Ramírez, S. (2009). Competencias distintivas en el perfil del licenciado en sistemas computacionales administrativos egresado de la Universidad Veracruzana con relación a las profesiones afines. *Revista Ciencia Administrativa* Num. 2, 29-33. Recuperado de: <https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/competencias2009-2.pdf>

# III. Cómputo Obicuo

# Esteganografía en videos capturados por un Dron

Jorge Aguilar Santiago<sup>1</sup>, Octavio Flores Siordia<sup>1</sup>, María Guadalupe González Novoa<sup>1</sup>, Norma Bautista Rangel<sup>1</sup> y Maricela Jiménez Rodríguez<sup>1</sup>

jorge.asantiago@alumnos.udg.mx, [o\\_flores@live.com.mx](mailto:o_flores@live.com.mx), gleznogpe@hotmail.com, nbautist@cuci.udg.mx, maricela.jimenez@cuci.udg.mx

<sup>1</sup>Centro Universitario de la Ciénega, Universidad de Guadalajara  
Av. Universidad, No.1115, Col. Lindavista,  
Código Postal 47820, Ocotlán, Jalisco. México.

**Resumen.** Hoy en día los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT), comúnmente conocidos como Drones, se utilizan para realizar tomas de lugares donde es difícil para el ser humano acceder, lo cual representa una gran ventaja, pero es probable que los videos o fotografías puedan ser utilizadas posteriormente por usuarios que no cuentan con la autorización de los propietarios; esto representa una gran vulnerabilidad. Por tal razón en esta investigación se propone una técnica que aplica esteganografía en videos, implementando modelos matemáticos caóticos para incrementar la seguridad; lo cual ayudará a identificar los dispositivos desde donde se realizaron las capturas. Además, se elaboraron diagramas de correlación con lo cual se pudo observar que el sistema garantiza la integridad ya que al recuperar el mensaje no existieron pérdidas.

**Palabras claves:** esteganografía, caos, drones.

**Abstract.** Nowadays, the Unmanned Aerial Vehicles (UAV), also known as drones, are widely employed to perform takes in areas of difficult access, this represents a great advantage although it is possible the videos and photographs taken by them could be accessed by non-authorized users which represent a huge vulnerability in security in these devices. For this reason, this paper proposes a steganography technique applied in videos implementing chaotic mathematic models for increased security; to help identifying from which device they were originally taken. Furthermore, correlation diagrams were elaborated to observe the system guarantees the integrity of the hidden message, concealing and recovering the message without losses.

## 1 Introducción

La tecnología actual y en desarrollo debe hacer frente a los problemas que se viven hoy en día, como la creciente inseguridad en muchas zonas que genera un gran temor entre las personas, lo cual afecta el desempeño de sus actividades diarias y recreativas; una solución viable que se está utilizando actualmente para monitorear o llegar a lugares de difícil acceso involucra el uso de Drones. También se han establecido escenarios con la finalidad de conocer los procesos de seguridad industrial para identificar los factores de riesgos usando drones, para minimizar los accidentes y disminuir los costos [1]. Estos dispositivos además fueron utilizados para caracterizar la cobertura de suelo, lo cual les permitió trabajar a escalas que no se pueden obtener con otros productos de percepción remota [2]. Los drones también son altamente rentables en la cartografía, porque permite inspeccionar zonas de estudio en muy poco tiempo; pero presentan una resolución espectral baja, por lo que es recomendable utilizar cámaras digitales con mayor capacidad [3]. Adicionalmente se han utilizado en algunos experimentos para buscar personas en situaciones de catástrofes, lo cual es útil; sin embargo, no tienen un gran impacto sobre el auxilio de las víctimas [4]. Estos dispositivos se pueden utilizar en bastantes áreas, pero es de gran importancia autenticar a los autores de los videos o fotografías que los capturan; por tal razón es necesario establecer medidas para identificar a los propietarios, una técnica que se puede utilizar es la esteganografía, ya que permite ocultar información o datos binarios, dentro de medios como: archivos de texto, audio, imágenes, videos, etc. evitando su revelación o haciendo que pasen inadvertidos [5] [6]. Los sistemas caóticos tiene un comportamiento que a simple vista puede verse como si fuera información errónea, lo cual aprovechan para codificar información [7] [8] [9] o aplicar técnicas de esteganografía [10].

En esta investigación se desarrolló un software que almacena archivos capturados desde un Dron en una computadora o dispositivo portátil; al mismo tiempo que implementa esteganografía usando sistemas caóticos, para ocultar un identificador del Dron dentro de los videos o fotografías, lo cual permitirá

resguardar los derechos de autor o en su caso, ayudará a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT en la detección de los dispositivos que capturan imágenes en lugares no autorizados.

## 2 Estado del Arte

### 2.1 Mapa Logístico

Es un sistema discreto caótico muy sencillo, que se soluciona de forma rápida y se expresa como se muestra en la Ecuación (1):

$$x_{n+1} = b \cdot x_n \cdot (1 - x_n) \quad (1)$$

Donde  $x$  es una variable dinámica y  $b$  representa al parámetro de control, el cual hace que el sistema se comporte de forma caótica cuando  $b \in [3.567, 4]$  [11] [12].

### 2.2 Mapa Sine

Es un sistema discreto caótico unidimensional que se define en la Ecuación (2):

$$x_{n+1} = c \cdot \sin(\pi \cdot x_n) \quad (2)$$

donde  $x$  es la variable dinámica y  $c$  el parámetro de control; el sistema se comporta de forma caótica cuando  $c \in [0.87, 1]$  [11] [12].

### 2.3 Mapa Tent

Este sistema se expresa en la Ecuación 3, donde  $x$  es la variable dinámica y  $\tau$  es el parámetro de control [13]:

$$x_{n+1} = \begin{cases} \tau * x_n & x_n < 0.5 \\ \tau(1 - x_n) & x_n \geq 0.5 \end{cases} \quad (3)$$

## 3 Metodología

Se desarrolló un software que permite la comunicación del cliente (Computadora) con el servidor (Dron), donde es necesario realizar la conexión mediante sockets a través del protocolo de comunicación UDP, debido a que agiliza la conexión establecida entre el cliente y el servidor.

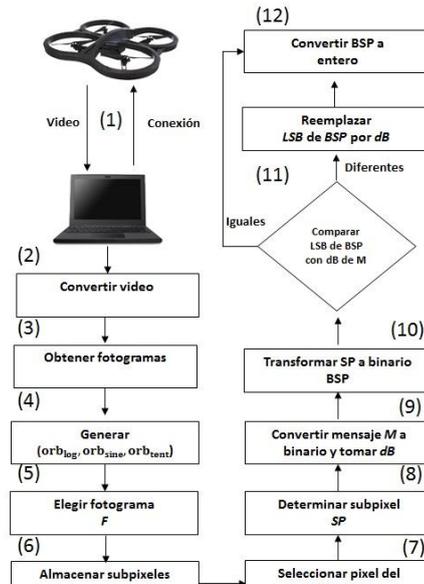
### 3.1 Funcionamiento del sistema

Enseguida se explican los algoritmos propuestos en esta investigación, los cuales permiten aplicar esteganografía para ocultar cualquier tipo de información en videos capturados por el Dron; que se componen de fotogramas o imágenes, conformados por pixeles, que a su vez se dividen en 3 subpixeles correspondientes a los colores (RGB) Rojo, Verde y Azul; estos presentan valores enteros 0 y 255 de acuerdo a la intensidad del color.

#### Algoritmo 1. Técnica para ocultar el mensaje

Para esconder información dentro de los videos, se generan 3 órbitas caóticas ( $orb_{log}$ ,  $orb_{sine}$ ,  $orb_{tent}$ ) resolviendo los sistemas discretos de las ecuaciones (1)-(3); la  $orb_{tent}$  se implementa para seleccionar de forma caótica los fotogramas del video,  $orb_{log}$  se utiliza para seleccionar la posición de un pixel en la imagen y por último  $orb_{sine}$  permite determinar el subpixel (RGB) a modificar.

En la Figura 1, se presenta el procedimiento del algoritmo 1, el cual se lleva a cabo para ocultar un mensaje en el video.



**Fig. 1.** Funcionamiento del algoritmo 1.

Enseguida se explica de manera detallada todo el proceso de la Figura 1:

Paso 1. Realizar la conexión con el Dron utilizado sockets, para capturar el video.

Paso 2. Recibir los datos del Dron mediante la librería Xuggler, la cual convierte el video a un formato visible.

Paso 3. Capturar el video y dividirlo en fotogramas.

Paso 4. Resolver los modelos matemáticos caóticos de las Ecuaciones (1), (2) y (3) para generar los valores de las órbitas ( $orb_{log}$ ,  $orb_{sine}$ ,  $orb_{tent}$ ).

Paso 5. Seleccionar de forma caótica un fotograma F, utilizando el valor  $orb_{tent}$ .

Paso 6. Almacenar en los vectores rojo, verde y azul los enteros correspondientes a los subpixeles, que conforman el fotograma F.

En los siguientes pasos se aplica la técnica de esteganografía propuestos por Maricela et al [10].

Paso 7. Utilizar la órbita  $orb_{log}$  para seleccionar caóticamente la ubicación de un pixel en el fotograma F, seleccionado en el paso 5.

Paso 8. Determinar el subpixel SP usando a la  $orb_{sine}$ , en donde se ocultará un bit del mensaje M.

Paso 9. Convertir el mensaje M que se desea ocultar, a binario 10110111 y tomar un dígito dB.

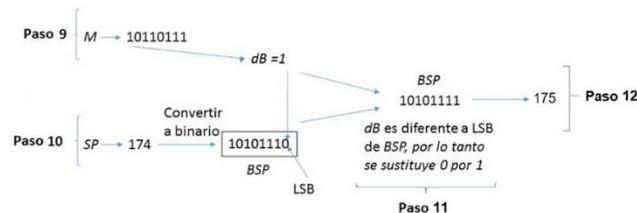
Paso 10. Pasar SP a binario, para generar los bits del subpixel  $BSP = 10101110$ .

Paso 11. Usar el dígito binario dB de M, y verificar si se debe modificar el bit menos significativo (LSB) en BSP, tomando los siguientes criterios: si dB es igual al LSB de BSP, se deja como esta; de lo contrario se cambia el LSB de BSP (si es 0 se cambia por 1, por otro lado, si es 1 se cambia por 0).

Paso 12. Convertir BSP de su valor binario a entero.

$$BSP = 10101111 = 175$$

El proceso correspondiente a los pasos del 9 al 12, se muestra en la Figura 2.



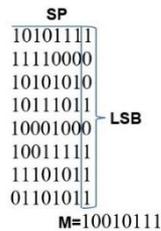
**Fig. 2.** Modificar el LSB del subpixel.

Se repiten los pasos del 4 al 12, hasta ocultar todo el mensaje en diferentes fotogramas; por lo tanto, se transforman en esteganogramas. Enseguida se convierte cada imagen de RGB a su formato original Hexadecimal y se genera el estego-video.

**Algoritmo 2. Proceso para recuperar el mensaje**

Enseguida se explican los pasos para poder recuperar el mensaje del estego-video:

- Paso 1. Convertir el estego-video en fotogramas.
- Paso 2. Repetir los pasos 4 al 7 del algoritmo 1.
- Paso 3. Usar el valor generado en  $orb_{sine}$  para determinar el subpixel SP.
- Paso 4. Tomar el *LSB* del SP, y se agrega al final de *M*. Este proceso se muestra en la Figura 3.



**Fig. 3.** Recuperar los bits menos significativos de los subpixeles.

- Paso 5. Repetir los pasos 2 al 4, hasta haber recuperado todo el mensaje original *M*.
- Paso 6. Segmentar en bloques de 8 bits el mensaje y convertir a su valor en ASCII.

**4 Resultados**

Los algoritmos se implementaron en el lenguaje de programación Java que es multiplataforma, lo cual permite que se pueda ejecutar en cualquier sistema operativo que ejecute el Dron (aplicar esteganografía de forma local), o en su caso en una aplicación desde un dispositivo móvil o computadora (de manera remota).

En la Figura 4, se muestra un fotograma tomado de forma caótica de un video capturado desde un Ar.Drone 2.0.



**Fig. 4.** Fotograma seleccionado de un video.

La Figura 5, exhibe el esteganograma resultante después de ocultar 511 caracteres en la Figura 4; como se puede observar no se detectan cambios visibles para el ojo humano entre las dos.

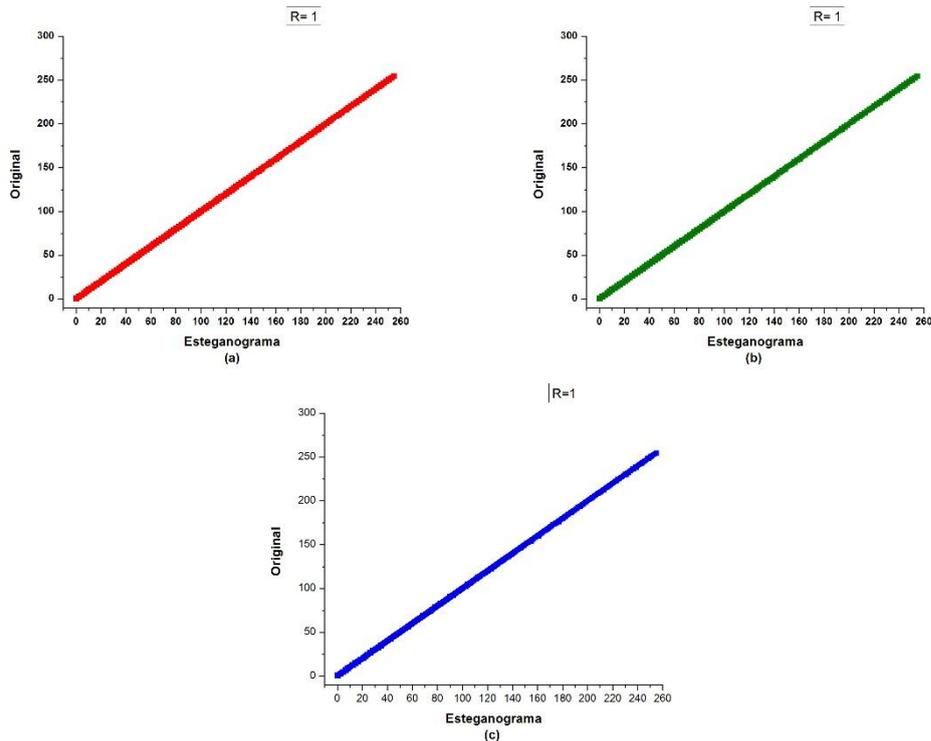


**Fig. 5.** Esteganograma con 511 caracteres ocultos.

#### 4.1 Diagramas de Correlación

Permiten evaluar la relación existente entre dos variables, y arroja como resultado el coeficiente de correlación que cuando es muy cercano a 0 existe muy poca relación, o si es igual a 0 no hay coincidencia alguna; por otro lado, si el valor es igual a 1 o -1 son idénticas.

Para corroborar las diferencias entre los pixeles de la Figura 4 y el esteganograma de la Figura 5, se realizaron los diagramas de correlación que se exhiben en la Figura 6. En los cuales se pueden observar todos los coeficientes  $R=1$ . En base a los resultados se demuestra que los cambios son prácticamente imperceptibles; además el atacante si desea recuperar los datos debe conocer las claves que se utilizaron para seleccionar las posiciones de los pixeles que se modificaron de acuerdo a los sistemas caóticos.



**Fig. 6.** Correlación de las Figuras 4 vs 5, respecto a la intensidad del color: (a) rojo, (b) verde y (c) azul.

También se compararon los datos recuperados del esteganograma *vs* el mensaje original, para verificar si había pérdidas de información. El diagrama se muestra en la Figura 7, el cual presenta un coeficiente  $R = 1$ . Por lo tanto, no hay pérdidas al momento de recuperar el mensaje oculto.

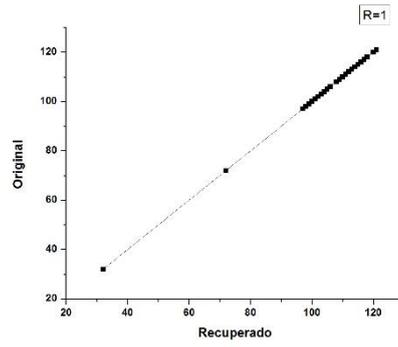
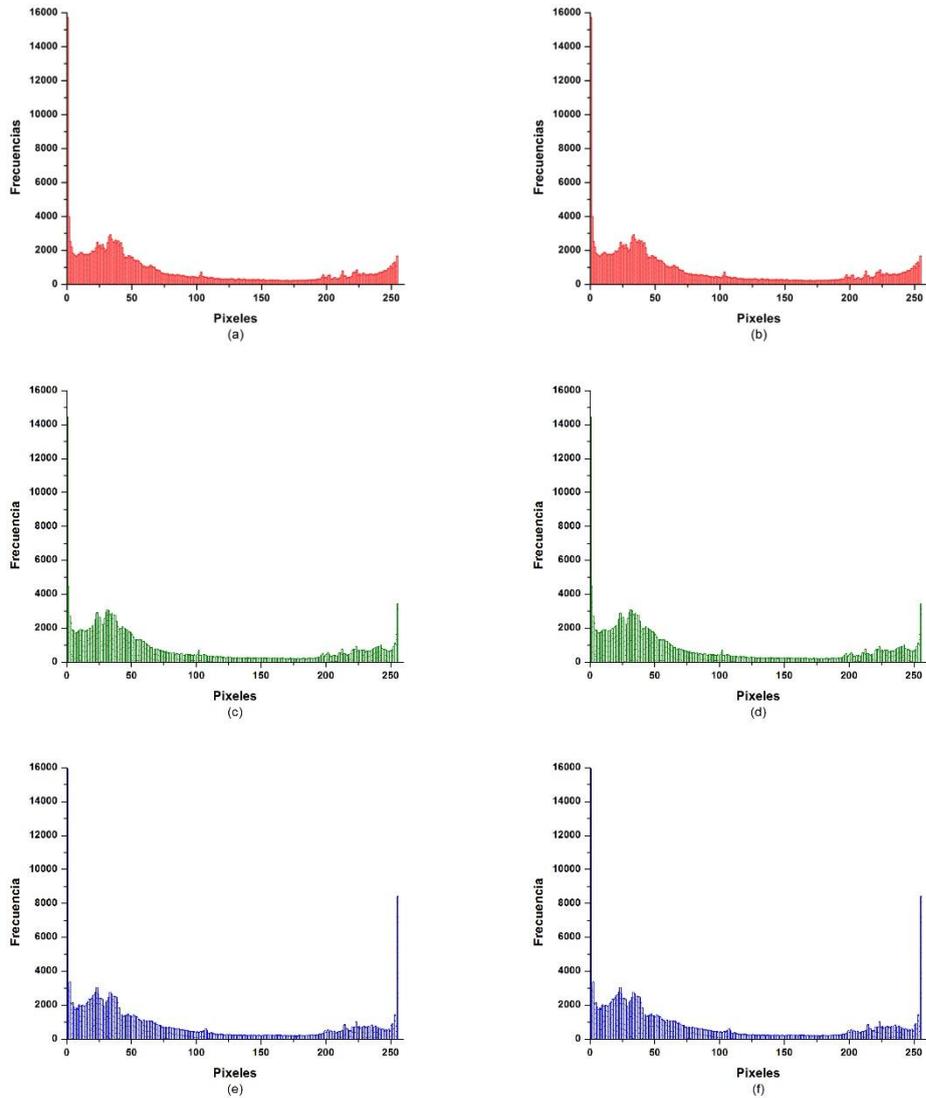


Fig. 7. Correlación mensaje original *vs* recuperado.

#### 4.2 Histogramas

En la Figura 8 se pueden observar los histogramas de los colores RGB tanto de la imagen original como del esteganograma, con los cuales es posible identificar la frecuencia y distribución de los pixeles en las imágenes.



**Fig. 8.** Histogramas: (a), (c) y (e) pixeles de la imagen original; (b), (d) y (f) corresponden al esteganograma.

### 4.3 Análisis estadístico

Para detectar si existen diferencias entre la imagen original y el esteganograma, se les realizaron pruebas de contraste, energía y homogeneidad de acuerdo a los colores RGB que las integran y se detectó que no se muestran alteraciones entre las imágenes. Los resultados se pueden observar en la Tabla 1.

Pixeles	Contraste	Energía	Homogeneidad	Imagen
<i>Rojo</i>	1.5123e+10	8.5840e-06	1.1952e-04	Original
<i>Verde</i>	1.4619e+10	8.7948e-06	1.2401e-04	
<i>Azul</i>	1.4313e+10	8.7636e-06	1.2068e-04	
<i>Rojo</i>	1.5123e+10	8.5840e-06	1.1952e-04	Esteganograma
<i>Verde</i>	1.4619e+10	8.7948e-06	1.2401e-04	
<i>Azul</i>	1.4313e+10	8.7636e-06	1.2068e-04	

**Tabla 1.** Análisis estadístico.

## 5 Conclusiones

Se desarrolló una aplicación en Java para la gestión del Ar.drone 2.0 de Parrot, o que implementa sockets usando el protocolo UDP con los puertos 5554, 5555 y 5556. El cual permite capturar videos y posteriormente aplicar esteganografía, ocultando un mensaje en fotogramas seleccionados de forma caótica. El sistema también se utilizó en una Raspberry, la cual se puede adjuntar a un dron que soporte el peso.

El sistema proporciona confiabilidad al aprovechar las propiedades de los modelos matemáticos caóticos, como la alta sensibilidad a los parámetros y condiciones iniciales; los cuales se utilizan como claves para ocultar el mensaje, por lo tanto, solo los usuarios que tengan conocimiento de ellos pueden recuperarlo. Además, se diseñó para utilizar cualquier modelo matemático y no para uno específico, es decir se puede implementar cualquier otro que genere caos, el único requisito es que se deben generar tres órbitas para aplicar esteganografía en videos.

Se propone implementar la técnica explicada en esta investigación, para ocultar un identificador en los videos capturados por el Dron de forma local o remota, lo cual permitiría a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes determinar desde que dispositivo se capturaron los videos. El sistema garantiza la integridad del mensaje oculto comprobado mediante diagramas de correlación, donde se comparó el mensaje original vs el recuperado. El sistema propuesto puede ser utilizado en diferentes áreas en las que se incluyen imágenes, como: medicina, radiología, fotogeología, etc.

**Reconocimiento:** el presente proyecto fue apoyado por Conacyt 887565.

## 6 Referencias

- [1] M. Raygoza Bello, A. Toriz Palacios y M. C. Sánchez Romero, «Prospectiva de gestión de riesgos industriales en México con el uso de drones,» Revista Iberoamericana de Contaduría, Economía y Administración, vol. 5, n° 9, 2016.

- [2] E. J. Ramírez Chávez, A. Cruz García, O. E. Reyes Carreño, A. G. Lagunas Pérez y C. López Armeria, «Uso de vehículo aéreo no tripulado para la zonificación del área destinada voluntariamente para la conservación "la Ciénega" puerto Ángel Oaxaca,» Memorias de resúmenes en extensos SELPER-XXI-México UACJ 2015, vol. 1, pp. 1-5, 2015.
- [3] E. J. Ramírez Chávez, A. Cruz García, A. G. Lagunas Pérez y O. E. Reyes Carreño, «Uso de vehículos aéreos no tripulados para la caracterización del paisaje sumergido; Bahía Estacahuite,» Ciencia y Mar, vol. 51, pp. 35-40, 2013.
- [4] M. Pardo Ríos, N. Pérez Alonso, J. Lasheras Velasco, L. Juguera Rodríguez, B. López Ayuso, C. Martínez Riquelme y A. N. Fernández Pacheco, «Utilidad de los vehículos aéreos no tripulados en la búsqueda y triaje de personas en situaciones de catástrofe,» Emergencias, pp. 109-113, 2016.
- [5] J. Kaur Saini y H. K. Verma, «A hybrid approach for image security by combining encryption and steganography,» IEEE Second International Conference on Image Information Processing (ICIIP-2013), pp. 607-611, 2013.
- [6] C. L. Velasco Bautista, J. C. López Hernández, M. Nakano Miyatake y H. M. Pérez Meana, «Esteganografía en una imagen digital en el dominio DCT,» Científica, vol. 11, n° 4, pp. 169-176, 2007.
- [7] B. Rajan y P. A. Saumitr, «A novel compression and encryption scheme using variable model arithmetic coding and coupled chaotic system,» IEEE Transactions on circuits and system- I, vol. 53, n° 4, 2006.
- [8] M. Jiménez Rodríguez, O. Flores Siordia y M. G. González Novoa, «Sistema para codificar información implementando varias órbitas caóticas,» Ingeniería, investigación y tecnología, vol. XVI, n° 3, pp. 335-343, 2015.
- [9] E. Yavuz, R. Yazici, M. Cem Kasapbaşı y E. Yamaç, «A chaos-based image encryption algorithm with simple logical functions,» Computers & electrical engineering, vol. 54, pp. 471-483, 2016.
- [10] M. Jiménez Rodríguez, J. C. Estrada Gutiérrez, M. G. González Novoa, H. Gómez Rodríguez, C. E. Padilla Leyferman y O. Flores Siordia, «Steganography applied in the origin claim of pictures captured by drones based on chaos,» Ingeniería e Investigación, vol. 38, n° 2 (accepted), 2018.
- [11] H. Zhongyun y Z. Yicong, «Image encryption using 2D Logistic-adjusted-Sine map,» Information Sciences, vol. 339, pp. 237-253, 2016.
- [12] H. Zhongyun, Z. Yicong, P. Chin-Man y C. Philip, «2D Sine Logistic modulation map for image encryption,» Information Sciences, vol. 297, pp. 80-94, 2015.
- [13] S. T. Mohammad y H. Mohammad, «Comparison of different one-dimensional maps as chaotic search pattern in chaos optimization algorithms,» Applied mathematics and computation, vol. 187, n° 2, pp. 1076-1085, 2007.

# **IV. Contenidos Abiertos**



# Economía de Tijuana Aplicando Industria 4.0

Fátima de Jesús Ruiz García <sup>1</sup> & Martin Erubey Angulo Saucedo <sup>2</sup> Rosana Gutiérrez Montoya <sup>3</sup>, Kenia Janet Pérez López <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de México - Campus Instituto Tecnológico de Tijuana Calle del Puente 222, Ejidos de Huipulco, México, D.F., 14380. México  
prayon@campus.ccm.itesm.mx

<sup>2</sup> 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.** Industria 4.0 es un nuevo paradigma industrial basado en sistemas cibernéticos, sensores y computación masiva que permite la recolección de datos, la toma de decisiones en tiempo real, el control total y la máxima eficiencia en todos los procesos de la cadena de valor.

Es una producción impulsada por datos que provienen del mercado, de proveedores, del equipo cibernético físico y humano de la propia planta. Simulación de toda la secuencia de fabricación, trazabilidad total, producción en masa personalizada y máxima calidad. En esta investigación, encontramos desde sus conceptos básicos hasta la forma de aplicar en la ciudad de Tijuana, mostraremos por qué México, y especialmente Tijuana, debe apostar por esta nueva revolución industrial..

**Palabras Clave:** Big Data, Economic, Information.

## 1 Introducción

El termino industria 4.0 es la nueva palabra de moda. Conferencias, artículos e informes dedicados al tema así lo parecen indicar. Pero...

¿Qué es industria 4.0? Y lo más importante ¿qué hay detrás de este concepto?

La industria 4.0 es más que el concepto marketiano de esta realidad aplicado a las fábricas.

Si durante los pasados años hemos estado centrandó nuestra atención en las ventas online, las redes sociales, las APP para móvil y el marketing digital, todo ello desarrollado alrededor de los nuevos gigantes digitales Amazon, Google, Facebook, Apple etc....

Entonces esta investigación se centra en captar la información sobre la cuarta revolución industrial y su gran impacto en donde se aplicado, y como afectaría y beneficiaría en Tijuana, Baja California México.

Esta investigación centra de los conceptos básicos hasta su forma de aplicarse.

Por ejemplo:

Por qué industria 4.0 un concepto importante; La industria 4.0 supone un cambio de mentalidad importante. Hacia la revolución industrial. Eso de que las empresas puramente industriales estaban al margen de todo lo que supone la digitalización y los sistemas de información se acabó.

Los dueños y CEO de estas empresas, no importa el tamaño de estas, que subestimen el fenómeno se encontraran con situaciones desagradables. No porque les esperé un panorama disruptor similar que, a las industrias de los medios de comunicación, la música, las editoriales, el transporte o la logística.

Si no porque la industria 4.0 supondrá una fuente de competitividad para las industrias occidentales con: costes de mano de obra, costes de energía y niveles de compromiso social, mucho más elevados que sus homólogos de los países emergentes.

Lo que ofrece esta investigación es el uso de la industria 4.0 a través de la digitalización y el uso de plataformas conectadas demostrando que al aplicarla nos puede ofrecer:

- una capacidad de adaptación constante a la demanda,
- servir al cliente de una forma más personalizada,
- aportar un servicio post venta uno a uno con el cliente,
- diseñar, producir y vender productos en menos tiempo,

- añadir servicios a los productos físicos
- crear series de producción más cortas y rentables
- y aprovechar la información para su análisis desde múltiples canales (CMS, SCM, CRM, FCM, HRM, Help desk, redes sociales, IoT) donde ser capaces de analizarla y explotarla en tiempo real.

Ese es el factor diferencial de esta transformación digital aplicada a los fabricantes.

## 2 Antecedentes de la industria 4.0

La industria 4.0 no es nada más que la evolución de la industrial en México actualmente las empresas manejan industria 3.0 sin embargo potencias mundiales como Alemania y Japón e inclusive España aplicando la nueva revolución industrial, para comprender toda esta investigación comencemos con el punto clave, como, porque, quien y donde fue creada.

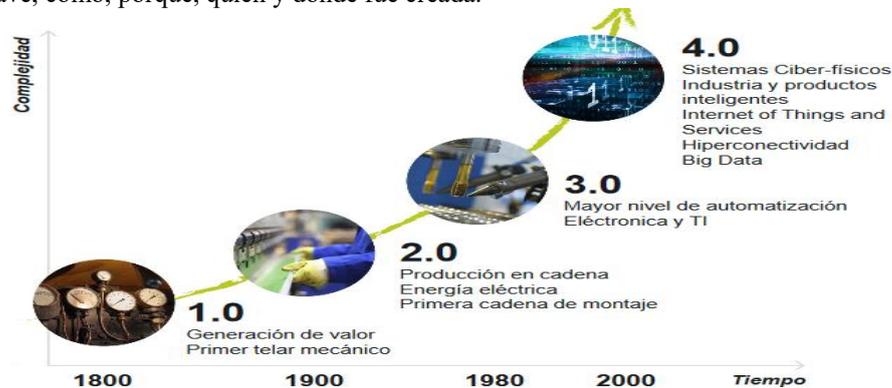


Fig 1Línea del tiempo. [13]

La industria 4.0 viene a evolucionar la industria, mejor conocida como revolución industrial a esto se le conoce como el proceso de transformaciones tecnológicas, sociales y económicas, es aquí donde el ser humano tuvo nuevos elementos que hicieron más fácil la producción y el desarrollo, de esta manera se tuvo una superación tanto cultural y económica en la sociedad.

Un ejemplo de ello fue el crecimiento de la industria agrícola debido a que disminuyó el tiempo de producción, todo se volvió más sencillo, se sustituyó el trabajo manual y el uso de animales por máquinas de producción.

- Primera revolución industrial, fue en el siglo XVI y tuvo lugar en Inglaterra, ya para el siglo XVIII Inglaterra tenía una gran cantidad de manufacturas y su industria más importante fue la textil, con este crecimiento se aceleró el transporte y las comunicaciones, y hubo un aumento notable del dominio capitalista.
- Segunda revolución industrial, fue entre los años 1850 y 1970, se caracterizó por el desarrollo en la industria química, eléctrica, de acero y petróleo. En Estados Unidos esta revolución se asocia con la electrificación de Tomas Alva Edison, George Westinghouse y Nikola Tesla. En esta revolución la industria sustituyó el hierro por el acero, se reemplazó el vapor por la electricidad y el petróleo y hubo una creciente aplicación de la ciencia y en la industria.
- Tercera revolución industrial, comenzó en el siglo XX y es en la que actualmente estamos, en esta revolución han existido cambios importantes, como la energía 100% renovable, transportes eléctricos siendo su principal energía la electricidad renovable. Dentro del mundo de las tecnologías se inventaron elementos más resistentes y ligeros tales como la fibra óptica y la fibra de vidrio, se inventó la red más grande del mundo: Internet.

### 3 Problemática

Dentro del tópico de economía, desarrollo social e industrialización en Tijuana, es alarmante la estructura y el manejo del sector industrial enfocado a la producción, Tijuana es una de las ciudades más importantes para México en el ámbito de producción, y hoy en día tanto como la ciudad y el país nos atrasamos cada vez más con la tecnología y el internet de las cosas.

En Tijuana falta revolucionar industrias virtualizadas y generar empleos y oficinas virtuales, una ciudad donde su demanda principal es el sector industrial de producción hay otra forma de adquirir accionistas, prestamistas y de generar más inversión y empleos manejando lo que hoy en día es esencial para el hombre: la "Tecnología".

Al aplicar la industria 4.0 en Tijuana la problemática de economía diminutiva se iría, puesto que después de la presidencia de Trump varias empresas están futuramente a emigrar de la ciudad, y otras propuestas antiguas han cancelado su propuesta de establecimiento en la ciudad.

### 4 Objetivos

El concepto Industria 4.0 supone una nueva forma de organizar los medios de producción, permitiendo que las fábricas inteligentes del futuro sean capaces de adaptarse mejor a las necesidades de los clientes.

Es decir, el concepto de esta investigación consiste en la inmersión de las tecnologías digitales en nuestras fábricas.

Dicho concepto no proporciona un procedimiento llamado fenómeno de transformación digital pero enfocada a industria de producción.

### 3 Los principales objetivos son

- I. Estudiar la demanda laboral y el aumento de accionistas en Tijuana.
- II. Aplicar y utilizar empleos y oficinas virtualizadas.
- III. Utilizar el internet de las cosas en las industrias de Tijuana.
- IV. Realizar un artículo de publicación de la investigación.

### 5 Justificación

**La Industria 4.0 ofrece una nueva visión**, apoyándose en unas bases tecnológicas que se encuentran actualmente cada vez más desarrolladas y que permitirán transformar los sectores de la energía y la fabricación, conectando el producto en una cadena de valor totalmente integrada y transparente.

Estas tecnologías incluyen:

- Internet of Things o Internet de las Cosas
- Robótica avanzada y la inteligencia artificial
- Sistemas para la integración vertical y horizontal
- Comunicación M2M
- Sistemas ciber físicos
- Big Data
- Hiperconectividad
- Cloud Computing
- Ciberseguridad
- Fabricación digital (impresión 3D)
- MES
- Realidad virtual y aumentada

La incorporación de alguno de estos elementos en la cadena de valor de la empresa facilita el flujo de información desde el mundo físico a las decisiones de negocio en tiempo real. No es necesario aplicar todas las tecnologías para modificar nuestra fábrica a inteligente, ya que solo usaremos aquello que creamos que es importante para nosotros.

La conexión de los dispositivos industriales a la red posibilita la extracción de datos en tiempo real y el control de los mismos de forma remota. Por ello el Big Data puede convertirse en uno de nuestros grandes aliados. El análisis y la gestión de los datos te llevan a la optimización de los diferentes procesos industriales y energéticos.

Es por esto que la convergencia entre la automatización de los procesos industriales y las Tecnologías de la Información permiten mejorar las operaciones (automatización, flexibilidad, velocidad y productividad), reducir costes, así como mejorar la calidad de los procesos.

## 6 Contribución

Aunque el movimiento de la Industria 4.0 comenzó en Alemania, lo cierto es que esta digitalización está creciendo notablemente también en otros países como Estados Unidos, Japón, China, los países nórdicos y el Reino Unido.

Por lo tanto, parece claro que la cuarta revolución industrial ya ha llegado y si no queremos quedarnos atrás, debemos empezar cuanto antes.

Por lo tanto, esta investigación aportaría el mejoramiento de la economía en Tijuana así mismo pondría el ejemplo a las demás ciudades de México aplicando el país en industria 4.0

Contribuiría a:

- Compras y logística, mejorando la gestión de proveedores, mercancías e inventarios
- Mejora en las operaciones, reduciendo costes, tiempo de respuesta y aumentando la calidad de los procesos.
- Control más eficiente de los pedidos, almacén y distribución.
- Mejora en marketing y servicio post-venta.
- Plataforma propia para procesar una gran cantidad de datos

## 7 MARCO TEORICO

La nueva industria 4.0 tiene varios ejes entorno a los que se articula y dirige su funcionamiento, dichos ejes son elementales que los fabricantes deben utilizar para integrar en sus plantas de producción.

“Estas herramientas o elementos tecnológicos son los que ayudaran a fundamentar la colocación de esta nueva revolución en las industrias” [4]:

- Big data y análisis de datos
- Cloud Computing

- Ciberseguridad
- Robótica
- Internet de las cosas
- Simulación y prototipado
- Realidad aumentada
- Cultura
- Integración de procesos

La tecnología evoluciona a un ritmo vertiginoso y las empresas deben adaptarse a los cambios lo antes posible para generar así una fuente de ventaja competitiva. La digitalización de la industria es una revolución que cambiará (y de hecho ya lo está haciendo) el paradigma de la fabricación industrial, los entornos de trabajo y la forma de relacionarse tanto con proveedores como con clientes “cimentar los pilares de la inteligencia en la industria 4.0 es un hecho para el mejoramiento de la economía” [3].

## 8 Trabajos relacionados

Industria 4.0 ha sido un término acuñado por el Gobierno alemán con el soporte de industrias alemanas para describir la digitalización de sistemas y procesos industriales, y su interconexión mediante Internet de las cosas para conseguir llegar a una nueva visión de la fábrica del futuro o fábrica inteligente. [1]

La siguiente sección analiza la situación actual, las expectativas y la preparación de la industria vasca en relación con la industria 4.0, mediante el marco analítico desarrollado dentro del proyecto INBENZHAP.[2]

En este trabajo se analizan planes de estudio del Grado de Ingeniería Electrónica y Automática de varias universidades del estado, comprobando que estos titulados pueden no recibir los conocimientos en el ámbito de la informática necesarios para su desempeño profesional en esta nueva industria. Ante este hecho, se proponen algunos cambios en materias obligatorias y optativas en estos planes.[3]

Diseño de un nuevo prototipo de dedo robótico con 1 grado de libertad con funcionamiento económico y sencillo que puede usarse como un módulo para una mano antropomórfica.[5]

A próxima revolución industrial, a la sombra de la cual, términos como internet de las cosas (IoT), sistemas cyberfísicos, fábricas inteligentes o industria 4.0, sirven para describir un entorno industrial mucho más dinámico y complejo, altamente distribuido y reconfigurable, con profusión de datos redundantes y que deberá ser enfrentado, de una manera holística, analizando el sistema a controlar, el controlador digital con su algoritmo de control y todo el resto de software interviniente (sistemas operativos de tiempo real, protocolos de red, etc) como un solo sistema híbrido de gran complejidad y extendido geográficamente.[6]

El proyecto Industry 4.0 promueve la automatización mediante sistemas informáticos de la industria manufacturera y su objetivo es la Fábrica Inteligente o Smart Factory.[8].

Davos reúne, año tras año, a los principales líderes del mundo en el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, o WEF, por sus siglas en inglés). Los más prestigiosos representantes de la política, de la empresa, de la sociedad civil, de la cultura, y de la ciencia acuden religiosamente, desde hace ya cuarenta y seis ediciones, a esta pequeña ciudad del este de Suiza, que se transforma en la Meca de las finanzas globales durante tres intensos días.[8]La Industria 4.0 también se identifica como un término integrador de las tecnologías en la cadena de valor a los CPS, el Internet de las Cosas (IoT Internet of Things) y el Internet de los servicios. Con implicaciones a tener en cuenta en los planes curriculares de ingeniería, como: Competencia analíticas avanzadas (Big Data).[9]

El equipo docente de Ingeniería de los Procesos de Fabricación de la Escuela de Ingenieros Industriales de Albacete ha realizado con anterioridad algunas iniciativas de innovación educativa en este ámbito.[12]

Dirigidas a procesos de soldadura a la llama y por arco eléctrico, respectivamente. En la presente comunicación se establece una experiencia de innovación basada en el desarrollo de un Trabajo Fin de Máster.[13] La cuarta revolución industrial o más conocida como la industria 4.0 ha supuesto una gran transformación en el ámbito de la máquina herramienta. Mediante los sistemas ciber-físicos se logra conectar todos los objetos de la empresa a una red que recoge datos, los almacena y los estudia para ofrecer nuevas soluciones que aumentan la productividad y explotan al máximo el potencial de esta nueva industria inteligente (Lee, 2014). Como consecuencia, los entornos digitales han aumentado de forma considerable, donde la participación de los usuarios es fundamental. Por lo tanto, la comunicación entre la

máquina y el usuario es clave para que puedan emplear sus habilidades al máximo y así habilitar la innovación en los servicios y procesos productivos. (Gorecky, 2014).[14]

#### **4 Identificación Teórica de Información Complementaria.**

“La mancuerna manufactura y tecnologías de información, así como la analítica y Big Data, están impulsando la cuarta revolución industrial, también denominada Industria 4.0, la cual desafía a los líderes del sector manufacturero a integrar TI y tecnología operacional para crear valor, conectar el piso de manufactura con el punto de venta, así como examinar el flujo de información de cadenas de producción inteligentes y conectadas que informen y administren la producción, distribución y el proceso de posventa.”[17].

El rumbo de la humanidad y de las compañías dependerá, en gran parte, de la conexión a internet. Entonces, ¿cómo se preparan las organizaciones para operar este nuevo “modelo de negocio 4.0” que transformará la forma de producción de mercancías?

Seis tecnologías indispensables para la transición a la Industria 4.0

1- IIoT y Sistemas Ciber físicos – El concepto de IIoT (Industrial Internet of Things) se refiere al uso de las tecnologías IoT en los procesos industriales. Los sistemas Ciber físicos son todos aquellos dispositivos que integran capacidades de procesado, almacenamiento y comunicación con el fin de poder controlar uno o varios procesos físicos

2- Fabricación aditiva, impresión 3D – Permite, entre otras cosas, la hiper personalización -inherente a la Industria 4.0 y al concepto de servitilización- no encarece el proceso porque permite fabricar productos, sin penalizar el coste, independientemente de si se tiene que fabricar un determinado número de piezas iguales o todas distintas.

3- Big Data, Data Mining y Data Analytics – La cantidad de información que actualmente se almacena en relación a diferentes procesos y sistemas (tanto industriales como logísticos), servicios (ventas, conexiones entre usuarios, consumo eléctrico, etc.) o tráfico de datos (logs en routers y equipos, entre otros) resulta ingente e inmanejable de forma manual. El análisis de estos datos puede proporcionar información muy valiosa acerca del comportamiento de estos procesos; se pueden prevenir problemas en un determinado proceso industrial a través de la detección de resultados o medidas anómalas.

4- Inteligencia Artificial – Son necesarias herramientas y tecnologías que sean capaces de procesar en tiempo real grandes volúmenes de información que extraemos de las tecnologías Big Data, así como algoritmos capaces de aprender de forma autónoma a partir de la información que reciben, con independencia de las fuentes, y de la reacción de los usuarios y operadores (técnicas de Machine Learning, Deep Learning y Artificial Intelligence).

5- Robótica Colaborativa (Cobot) – Este término define a una nueva generación de robots industriales que coopera con los humanos de manera estrecha, sin las características restricciones de seguridad requeridas en aplicaciones típicas de robótica industrial.

6- Realidad virtual y Realidad aumentada – La mayor accesibilidad de estas tecnologías en los últimos años las ha hecho situarse como una herramienta útil para la optimización de los diseños, la automatización de los procesos, el control de la fabricación y la construcción, el entrenamiento y la formación de los trabajadores, y los trabajos de mantenimiento y de seguimiento.

#### **5 Conclusion**

Estamos ante una nueva evolución empresarial y las empresas deben seguir creciendo adaptándonos al cambio. Estas nuevas herramientas o iniciativas hay que acogerlas con entusiasmo, pero con tranquilidad. Igualmente, por parte de la sociedad tiene que haber una apuesta más firme y más constante para apoyar el proceso de innovación, no podemos dejarlo como una iniciativa personal, tiene que ser colectiva. Cabe recalcar que el factor principal y más importante es la educación. Nos educan en perfiles muy generalistas y deberían ser más especialistas. Si desde la universidad nos educaran con estos sistemas modernos, México podría crecer en el sector industrial teniendo una competencia a nivel internacional.

Es por ello que no debemos dejar de visualizar a las potencias mundiales que hoy por día las utilizan en sus empresas y por ende esto no se trata de una opción, si no que debemos convertirla en una tendencia

clara y estar preparados. La Industria 4.0 supone un cambio radical en la manera de operar los negocios, tanto internamente como en la relación con proveedores y clientes y quien esté preparado tendrá una clara ventaja competitiva en el mercado.

**Acknowledgments.** We would like to thank the reviewers for their pertinent comments and the CONACYT, the ITESM and the CIC-IPN for their economical support for the development of this research.

## Referencias

- [1] Aguilar, L. J. (2017). Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0). Cuadernos de estrategia, (185), 19-64.
- [2] Arancegui, M. N., & Laskurain, X. S. (2016). Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco. EKONOMIAZ. Revista vasca de Economía, 89(01), 142-173.
- [3] Catalán, C., Serna, F., & Blesa, A. (2015, July). Industria 4.0 en el Grado de Ingeniería Electrónica y Automática. In Actas de las XXI Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (pp. 327-332). Universitat Oberta La Salle.
- [4] Ceccarelli, M., Nava, N. E., Jauregui, J. M., Parada, J. E., & Carbone, G. (2003). Diseño y experimentación de un dedo articulado antropomorfo con un grado de libertad. In VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería Macánica CIBEM6, Coimbra (pp. 857-862).
- [5] De la Fuente López, E., & Mazaeda Echevarría, R. (2016). Industria 4.0.
- [6] J. Valera, Optimización de los parámetros de soldadura por puntos aplicado a uniones de aceros TRIP y disimilares TRIP-DC05, Trabajo Fin de Máster Escuela de Ingenieros Industriales UCLM (2017).
- [7] Kamp, B. La servitización como estrategia para la evolución competitiva de la industria.
- [8] Lombardero, L. (2015). Trabajar en la era digital. Tecnología y competencias para la transformación digital. Madrid. LID Editorial Empresarial.
- [9] Murillo, J. A. O., Padilla, J. M. C., & Martínez, M. D. R. Detección de cáncer de mama usando técnicas avanzadas de minería de datos con redes neuronales. ISSSD 2016.
- [10] Oliván Cortés, R. (2016). La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural.
- [11] Pérez, M. J. (2017). Davos y la cuarta revolución industrial.
- [12] Rojas, J. H. C. La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y su Impacto en la Educación Superior en Ingeniería en Latinoamérica y el Caribe.
- [13] Tapia, V. (2017). Industria 4.0–Internet de las Cosas. UCIENCIA, 1(1), 51-60.
- [14] Miguel, A. Martínez, M.C. Manjabacas, J. Coello, A. Calatayud. Electrical evaluation of welding machines based on the arc properties. Application to SMAW, GMAW y GTAW processes. AIP Conference Proceedings 1181 (2009), 170-179
- [15] Valera, J., Miguel, V., Manjabacas, M. C., Ayllón, J., Martínez, A., Amat, F., & Coello, J. EXPERIENCIA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA RELATIVA A LOS PROCESOS DE SOLDADURA EN EL PARADIGMA INDUSTRIA 4.0. Experiencias de Innovación Docente en Enseñanza Superior de Castilla-La Mancha, 219.
- [16] Zabalo, E. A., ERLE, G. L., REGUERA, D., GERRIKAGOITIA, J. K., & IRURETAGOIANA, G. (2017). Nuevas metodologías centradas en el usuario para la creación de software en la industria 4.0. Dyna, 92(5).
- [17] Invitado Forbes. (julio 3, 2017 ). Los desafíos para la industria 4.0. julio 3, 2017 , de Forbes Sitio web: <https://www.forbes.com.mx/los-desafios-para-la-industria-4-0>
- [18] Desconocido. (16 Noviembre, 2016 ). Seis tecnologías para explicar la Industria 4.0. 16 Noviembre, 2016, de Gradient Sitio web: <https://www.gradient.org/noticia/tecnologias-industria-4-0/>
- [19] Majeed, A. A., & Rupasinghe, T. D. (2017). Internet of things (IoT) embedded future supply chains for industry 4.0: An assessment from an ERP-based fashion apparel and footwear industry. International Journal of Supply Chain Management, 6(1), 25-40.
- [20] Almada-Lobo, F. (2016). The Industry 4.0 revolution and the future of manufacturing execution systems (MES). Journal of Innovation Management, 3(4), 16-21.
- [21] Arancegui, M. N., & Laskurain, X. S. (2016). Reflexiones sobre la Industria 4.0 desde el caso vasco. EKONOMIAZ. Revista vasca de Economía, 89(01), 142-173.
- [22] Fernández, J. D. (2017). La industria 4.0: Una revisión de la literatura. DESARROLLO E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA, 369.
- [23] GUANTES, I. F. D. A. (2017). Consecuencias sociales del desarrollo tecnológico. Más allá de la industria 4.0. Dyna, 92(5), 481-482.
- [24] García, M. V., Irisarri, E., & Pérez, F. (2017). Integración Vertical en plantas industriales utilizando OPC UA e IEC-61499. Enfoque UTE, 8(1), pp-287.

- [25] Rojas, M. J. B., Rojas, K. T. G., & Molano, J. I. R. (2017). Propuesta de una arquitectura de la industria 4.0 en la cadena de suministro desde la perspectiva de la ingeniería industrial. *Ingeniería solidaria*, 13(23).
- [26] Haug, W. F. (2016). La digitalización: un cambio de época. El capitalismo de alta tecnología en el umbral de la clausura digital.

# El uso del vídeo como elemento de apoyo didáctico en el proceso de enseñanza de las matemáticas

Fernando Vázquez Torres <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional, Upiicsa, Calle Thé 950, Colonia Granjas México, Ciudad de México, D.F., 08400. México  
[fvazquez@ipn.mx](mailto:fvazquez@ipn.mx), [fvazquez@gmail.com](mailto:fvazquez@gmail.com)

**Resumen.** La enseñanza de las matemáticas frecuentemente se ha visto afectada con el alto índice de reprobación en los diferentes niveles educativos [10], el *objetivo* de esta investigación es proponer una *Metodología*, basada en el uso de dispositivos móviles y la interactividad en los recursos multimedia: PPT, Presi–y el uso de herramientas informáticas que integran audio y texto como Camtasia, que hacen del video un elemento de apoyo didáctico en el proceso de enseñanza en particular para las matemáticas, se elaboró el curso de probabilidad, con este recurso utilizando dispositivos móviles disponibles, los alumnos tuvieron acceso al recurso digital del curso. *Resultados* obtenidos fueron contrastados con un grupo de prueba y otro de referencia, resultando alentadores al utilizar la interactividad de este recurso. Las *Conclusiones* fueron altamente significativas, mostrando que el uso del video en el proceso de enseñanza incidió en el índice de aprovechamiento de los alumnos.

Palabras claves: Dispositivos móviles, interactividad en recursos multimedia, video, enseñanza.

## 1 Introducción

En la mayoría de las aulas de las universidades el escenario típico de un día de clases consiste en que el profesor(a) de matemáticas pase al frente a “da la clase” y escriba en el pizarrón todo el desarrollo de los conceptos o técnicas que imparte en su cátedra. Él es la figura central del modelo de aprendizaje tradicional, mientras que sus estudiantes toman apuntes y se llevan la tarea que deberán realizar en casa al finalizar el tema. El profesor sabe o se percata que muchos alumnos no entendieron completamente la clase del día, pero no tiene el tiempo suficiente para reunirse con cada uno de ellos de forma individual para atender sus dudas. Durante la clase siguiente, él sólo recogerá y revisará brevemente la tarea, aprovechará para resolver algunas dudas, pero no podrá profundizar mucho ya que la clase no se puede retrasar porque hay mucho material por cubrir antes del examen final: [1]. Lo anterior, es parte de un modelo de enseñanza tradicional centrado en el profesor.

Educadores alrededor del mundo están tratando de cambiar este modelo tradicional –enfocado en el avance a partir de un plan de estudios– por una metodología guiada por estrategias enfocadas a la asimilación de conocimientos y el desarrollo de habilidades, trabajamos en conjunto para buscar las mejores soluciones a las necesidades de talento y en conjunto definir la mejor estrategia pedagógica, para generar un alto impacto en los contenidos didácticos de los programas de estudio, nos apoyamos de herramientas digitales integrando el conocimiento en una plataforma donde se podrá dar seguimiento y evaluar el desarrollo de los alumnos.

El objetivo de esta investigación es el desarrollo del curso de probabilidad con aplicación multimedia interactivas como el video como un recurso didáctico en el proceso de la enseñanza de dicha asignatura en donde por un lado el docente pueda abrir una línea de comunicación entre él y los estudiantes de manera que pueda realizar las consultas necesarias para entender bien los conceptos, métodos y/o técnicas propias de la asignatura que estén aprendiendo, utilizando la enseñanza invertida [2].

## 2 Estado del Arte

La metodología propuesta cae en el terreno del e-learning como “aquella actividad que utiliza de manera integrada la interactividad en los recursos multimedia, de comunicación y de producción para la formación de un ambiente y una metodología de desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, la cual tendrá como medio de transmisión el uso de las redes de comunicación electrónicas públicas tales como la Internet, o redes privadas a través de dispositivos móviles que hacen del video un elemento indispensable en el proceso de aprendizaje”. Esta metodología también se puede describir como una forma de hacer educación con el apoyo de las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (NTIC), tecnologías que son adecuadas para una sociedad del conocimiento, que se imparte en forma contextualizada y situada, logrando que sea significativa y coherente con las demandas educativas de los estudiantes. Ante la vorágine de cambios y surgimiento de nuevas tecnologías y, en general de la explosión del conocimiento, la opción de la formación a distancia se convierte en un medio imprescindible para posibilitar la formación continua bajo unas circunstancias en las que el tiempo, oportunidades y desplazamiento representan obstáculos que dificultan el desarrollo de un plan de formación tradicional continuado al estudiante. Gracias a Internet, su difusión multitudinaria, su facilidad de uso y sus capacidades, se ha abierto un mar de nuevas posibilidades para la formación, como lo es el uso de estos materiales didáctico digitales [3].

## 3 Metodología

El objetivo de esta investigación es el desarrollo de un vídeo como una aplicación multimedia interactivas y su uso con dispositivos móviles y la interactividad en los recursos multimedia: PPT, Presi-y el uso de herramientas informáticas que integran audio y texto como Camtasia, y que hacen del video un recurso didáctico en el proceso de la enseñanza en particular de las matemáticas, se elaboró el curso de probabilidad que por un lado el docente puede utilizarlo con un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se realiza fuera del aula y el tiempo presencial se utiliza para desarrollar actividades de aprendizaje significativo y personalizado.

En el método tradicional el contenido educativo se presenta en el aula y las actividades de práctica se asignan para realizarse en casa. En este modelo se da un giro a dicho método, mejorando la experiencia en el aula (Fulton, 2014, pp. 3-4) al impartir la instrucción directa fuera del tiempo de clase –en este caso a través de videos de cada uno de los temas del curso-. Esto libera tiempo para realizar actividades de aprendizaje más significativas tales como: discusiones, ejercicios, laboratorios, proyectos, entre otras, y también, para propiciar la colaboración entre los propios estudiantes en un trabajo colaborativo (Pearson, 2013, p. 5).

El profesor elabora un vídeo donde explica la clase sobre los temas del curso y les envía el enlace de estos vídeos para que los alumnos lo escuchen, analicen, reflexionen, obtengan información y hagan un resumen de los conceptos y conocimiento que transmite el video, en clase se comentan y discuten estos conceptos y conocimiento en una dinámica de grupo, se aclaran dudas y se resuelven los ejercicios propuestos para no dejar ninguna duda al respecto.

En este método, el profesor asume un nuevo rol como guía durante todo el proceso de aprendizaje de los estudiantes y deja de ser la única fuente o diseminador de conocimiento. Facilita el aprendizaje a través de una atención más personalizada, así como actividades y experiencias retadoras que requieren el desarrollo del pensamiento crítico de los alumnos para solucionar problemas de forma individual y colaborativa.

Con la ayuda de una o varias tecnologías como dispositivos móviles, el profesor narra presentaciones que auto graba desde su computadora, crea videos de los temas de un curso como es el estudio de caso del curso de probabilidad, que sirvan al contenido que se está abordando. Como se mencionó anteriormente, el video es un elemento apoyo didáctico en el proceso de enseñanza de las matemáticas, aunque también se puede hacer uso de otros medios tales como: screencasting, digital stories, simulaciones, ebooks, electronic journals, entre otros más [4].

Finalmente, se eligieron dos secuencias del curso de probabilidad, una de Informática y la otra de Ingeniería Industrial, a la primera se le impartió el curso usando el modelo descrito anteriormente denominado Enseñanza Invertida y a la secuencia de Ingeniería en el Modelo Tradicional [5].

En la elaboración del video en la enseñanza de las matemáticas se realizaron las siguientes etapas: 1) Guión didáctico que son básicamente los apuntes de de los temas de un curso, en este caso del curso de probabilidad a nivel ingeniería en la UPIICSA-IPN, del segundo semestre de Ingeniería Industrial, 2) presentación de Power Point de los apuntes como apoyo a la explicación de los temas de forma ágil y didácticamente presentable [6], 3) una vez teniendo la presentación ppt se elige una herramienta informática para la presentación de estas láminas, en nuestro caso se eligió Prezi, 4) el guión de audio es una descripción del orador de cada una de las láminas en la presentación, 5) ahora, elegimos una herramienta que integrara texto, audio e imágenes, eligiendo Camtasia versión 7.0 por ser más accesible y obtener como producto el vídeo y finalmente, 6) una metodología de uso del video en el aprendizaje de temas de matemáticas, la del modelo de aprendizaje invertido.

**3.1 Guión didáctico.** La elaboración del guión didáctico se hizo dividiendo el curso en doce temas, cada tema se desarrolló considerando los conceptos, teoremas, técnicas etc., ilustrando cada uno de ellos con dos ejemplos ilustrativos y alusivos al tema; una vez agotado el contenido del tema, se desarrollaron *problemas resueltos* utilizando la siguiente metodología de resolución: **Datos**, en esta parte se extrae la información que proporciona el problema representándola en la notación adecuada, las **Incógnita(s)**, en esta parte identificamos las preguntas del problema y las representamos también en la notación adecuada y una vez identificada esta información podemos identificar el contexto donde se encuentra el problema a resolver determinando el **Modelo(s)**, la siguiente fase de esta metodología es el **Razonamiento**, como la etapa más importante, porque aquí ponemos en juego el conocimiento del tema y las habilidades matemáticas y lógica que requiere el problema para resolverlo y finalmente, una última etapa de **Resultados** donde escribimos los resultados de las preguntas planteadas. Enseguida, se propone una lista de *problemas propuestos* con sus soluciones, que resolverán los alumnos como parte del entrenamiento en la resolución de problemas y al final de este guión didáctico se tiene el enlace o dirección del video para accederlo en línea.

Las notas del tema se obtuvieron haciendo una investigación tanto en libros como en Internet, así como en los problemas resueltos como en los problemas propuestos se sugirió una metodología para resolverlos.

**3.2 Láminas PPT.** Esta segunda etapa del proceso se realizó teniendo como base el guión didáctico, plasmando el contenido de éste en láminas donde se utilizaron gráficas, esquemas, figuras y poco texto que ilustraran el contenido de las notas del tema, de todas las láminas obtenidas, la primera representó la Introducción al tema, dando una breve explicación, en la segunda lámina se dio un esquema de contenidos para ubicar el contenido y secuencia de los subtemas del tema y en las subsiguientes láminas se representaron los conceptos, teoremas, propiedades, etc., ilustrando con un ejemplo. También se hizo la presentación de la metodología para resolver problemas utilizando la metodología descrita en el guión didáctico [7].

### 3.3 Presentación Prezi.

Ya obtenido el formato utilizado para la presentación, se empezó a desarrollar, mediante la herramienta Prezi, una presentación que tuviera una visión mucho más didáctica y fácil a entender, con modernos conceptos de visualización para poder así explicarlo de una manera entendible. La creación de una cuenta gratuita fue basta para poder utilizar la herramienta, siendo que no necesitábamos una gran exposición si se iba a explicar con detalles en un vídeo.

### 3.4 Guión de audio

Se utilizó el editor de video Quick Time Player (MacOS) para poder hacer una grabación de pantalla a una resolución estándar, así mismo se grabó en un cuarto donde el sonido exterior fuese mínimo, y el micrófono predeterminado en el portátil en el que se desarrolló. Haciendo ensayos con el guion de las notas de audio y hasta encontrar el tiempo establecido por las restricciones de un principio, pudimos realizar el audio en un tiempo aceptable, para después hacer la grabación de la presentación en Prezi y alinear la voz que explicaba el vídeo con su parte de la presentación [8].

### 3.5 Camtasia

Para poder realizar el video lo primero que tenemos que hacer es crear un nuevo proyecto en Camtasia, para lo cual se nos abrirá el siguiente ejemplo: En la parte donde dice “Record” permite grabar lo que hacemos en la pantalla. En la barra de la izquierda viene una barra de animaciones y transiciones. En esa misma barra, en la selección de “Media” nos abre el “Media bin”, desde ahí se le da clic al “Import Media” y podremos importar todo el contenido multimedia que tenemos en la computadora a la aplicación para poder adherirla al video (imágenes, otros videos, grabaciones, etc.). En la parte del centro tenemos la pantalla negra que sirve para reproducir el video y ver todo lo que sucede. Y finalmente, la parte más importante, es la de hasta abajo, donde se encuentra el “Menú de pistas”. En cada track o pista se puede añadir el diferente contenido multimedia para ir creando el video, esto es: imágenes, grabaciones de voz, texto, etc. Así pues, si queremos que en la pantalla salga una imagen, más voz, más texto al mismo tiempo, entonces se crean tres tracks o pistas, y en cada una colocamos nuestro diferente contenido (pista 1 la imagen, pista 2 la voz y pista 3 el texto), y basta con que las coloquemos en la misma duración para que corran al mismo tiempo. Finalmente, para poder compartirlo o bien “exportarlo”, le damos clic en la esquina superior derecha donde viene el botón de “Share” [9].

De estas opciones las más importantes son “Local file” ya que te exporta el archivo a formato video como lo es el “.mp4” y ya como un archivo de video puedes ocuparlo en prácticamente cualquier lado, y la otra opción importante sería la de “Google Drive” para que este se encuentre en la red y se pueda reproducir desde casi cualquier lugar mientras se tenga el link del video. El enlace de un vídeo sobre la distribución normal un tema del curso es:

<https://drive.google.com/file/d/0ByyFPGwMaKbHMIRZTlk5WVkydIE/view?usp=sharing>

También se les envió un enlace donde se les enviaron problemas resueltos y problemas propuestos para desarrollar en clase, el enlace es:

[http://prezi.com/hs6kkozlvxtq/?utm\\_campaign=share&utm\\_medium=copy](http://prezi.com/hs6kkozlvxtq/?utm_campaign=share&utm_medium=copy)

## 4 Resultados experimentales

El objetivo de esta investigación es el desarrollo de un vídeo como un elemento de apoyo didáctico en la enseñanza de temas de matemáticas y la interactividad de los recursos multimedia, los resultados en la secuencia de prueba donde se utilizó el modelo de enseñanza invertida fueron alentadores pues se obtuvo un 85% de aprovechamiento en esa secuencia; mientras que la secuencia de referencia donde se siguió el modelo tradicional el aprovechamiento fue del 65%, cabe mencionar que los alumnos que siguieron el aprendizaje invertido estuvieron en una actitud más participativa y colaborativa sobre todo en participación para aclarar dudas, resolver problemas y plantear preguntas en el ámbito del tema tratado.

## 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Muchos educadores comienzan a invertir sus clases mediante el uso de este tipo de materiales de fácil acceso para que los estudiantes los vean en el momento y lugar que les sea más conveniente y tantas veces como lo necesiten para llegar mejor preparados a la clase. Aprovechando esta preparación anticipada, los profesores pueden dedicar más tiempo a implementar estrategias de aprendizaje activo con los estudiantes como realizar investigaciones o trabajar en proyectos en equipos. También pueden utilizar el tiempo de clase para comprobar la comprensión de los temas de cada estudiante y, si es necesario, ayudarlos a desarrollar la fluidez de procedimientos a través de apoyo individualizado (Musallam en Hamdan, McKnight, P., McKnight K. y Arfstrom, 2013, p. 4). La integración de tecnología en el aprendizaje como es el uso del vídeo siempre ha propiciado mucho revuelo y expectativas debido a los cambios que la innovación puede acarrear. Es importante recalcar que este modelo de instrucción no consiste en un cambio tecnológico, únicamente aprovecha las nuevas tecnologías para ofrecer más opciones de contenidos a los estudiantes y, lo más importante, redefine el tiempo de clase como un ambiente centrado en el estudiante (Bergmann y Sams, 2013, p. 17).

El trabajo futuro es mejorar la elaboración de vídeos y continuando, diseñando y desarrollando aplicaciones multimedia interactivas multiplataforma, como es el video como un elemento indispensable en el proceso de la enseñanza de la matemáticas utilizando el modelo de la enseñanza invertida.

**Agradecimientos.** A COFAA y al IPN por el apoyo al proyecto de investigación: Desarrollo de prototipos basados en superficies interactivas, para apoyar el aprendizaje de unidades temáticas con alto índice de reprobación, clave SIP: 20150377.

## Referencias

- [1] H. Sossa, P. Rayón y J. Figueroa. *Arquitectura basada en redes neuronales para el reconocimiento de rostros. Soluciones Avanzadas*. Año 7, No. 63. Noviembre 1998.
- [2] Coufal, K. (2014). *Flipped learning instructional model: perceptions of video delivery to support engagement in eighth grade math. (Tesis doctoral)*. Recuperado de ProQuest, UMI Dissertations Publishing (UMI3634205).
- [3] P. Rayón and H. Sossa. A procedure to select the vigilance threshold for the ART2 for supervised and unsupervised training. LNAI 1793, pp. 389-400, Springer Verlag, 2000.
- [4] Coufal, K. (2014). *Flipped learning instructional model: perceptions of video delivery to support engagement in eighth grade math. (Tesis doctoral)*. Recuperado de ProQuest, UMI Dissertations Publishing (UMI3634205).
- [5] Gómez P. (2015). *Desarrollo de prototipos basados en superficies interactivas, para apoyar el aprendizaje de unidades temáticas con alto índice de reprobación*. México, D. F.: Instituto Politécnico Nacional.
- [6] Kong, S. (2014). Developing information literacy and critical thinking skills through domain knowledge learning in digital classrooms. An experience o practicing flipped classroom strategy. *Computers & Education*. Recuperado Abril 2015 [https://www.academia.edu/11535968/Aula\\_Invertida\\_o\\_Modelo\\_Invertido\\_de\\_Aprendizaje\\_origen\\_sustento\\_e\\_implicaciones](https://www.academia.edu/11535968/Aula_Invertida_o_Modelo_Invertido_de_Aprendizaje_origen_sustento_e_implicaciones)
- [7] PowerPoint 97, "Office 97" en enero de 1997
- [8] Tutorial: *Cómo citar y elaborar referencias bibliográficas*: <http://www.ci2.es/objetos-de-aprendizaje/elaborando-referencias-bibliograficas> [9] C. G. Looney, *Pattern Recognition using Neural Networks*. Oxford University Press, 1999.
- [9] Camtasia ® / Snagit ® Bundle
- [10] PISA - OCDE, *Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo : Lectura, matemáticas y ciencias*, Versión preliminar, OECD Publishing, Paris. 2017

# Ibooks para el desarrollo de la competencia lectora en la edad temprana

Obed Pérez Saucedo<sup>1</sup> Oscar González González<sup>2</sup> Arturo Corona Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Cunduacán-Jalpa KM. 1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, México; 86690  
obed\_ps@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Cunduacán-Jalpa KM. 1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, México; 86690  
mteogonzalez@gmail.com

<sup>3</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Cunduacán-Jalpa KM. 1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, México; 86690  
maestrocorona@gmail.com

**Abstract.** Mexican students register low results in the reading literacy area of the PISA Test. The following paper offers the progress on the project for the use of iBooks for the developing of reading in early childhood, in the CENDI Cielito School located in city of Villahermosa, Tabasco. This project pretends enhanced the performance of the students in reading by using iPads. The paper shows the method, the developing cycle and information about the iBook prototype.

**Resumen.** A continuación, se ofrecen los avances en la construcción de un prototipo y su aplicación, a partir de la investigación realizada durante el año 2018, acerca del uso de iBooks para el beneficio de la competencia lectora en alumnos de tercer grado del CENDI Cielito, ubicado en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. Se muestra la metodología empleada tanto en los métodos de recolección de datos, como en las etapas de desarrollo y prototipado de iBooks, así como las técnicas y posibles resultados derivados del uso y su impacto en el aprendizaje por parte del grupo de colaboradores.

**Palabras clave:** Ibook, Comprensión lectora, PISA.

## 1 Introducción

El rendimiento en la competencia lectora de nuestro país es inferior a la media mundial, en consecuencia, los estudiantes se encuentran limitados en su desarrollo académico, ya que la lectura es uno de los medios más importantes para acceder al conocimiento, pues a través del lenguaje el estudiante logra apropiarse de nuevos saberes. Los resultados de la prueba del PISA aplicada en el año 2015 muestran que el 42% de los estudiantes mexicanos evaluados no alcanza el nivel 2 de lectura, nivel mínimo para participar de forma productiva y efectiva en la sociedad moderna [1].

La UNESCO sugiere que el uso de dispositivos móviles para la lectura puede ser empleada tanto por padres de familia como por docentes, en beneficio de la educación de las generaciones menores [2].

Por ello se ha realizado un prototipo para la mediación tecnológica de la enseñanza de la lectura llevado a cabo por medio del desarrollo de los e-books interactivos realizados con el software Ibooks Author, y conocidos como Ibooks.

Con lo cual se pretende dar una solución a un problema educativo en México, como lo es el bajo rendimiento en la competencia de la lectura, esto de acuerdo con los resultados producidos por el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (2016), uno de los instrumentos validados con estándares de medición para competencias de lectura, sin embargo, no se aplica hasta los 15 años. Otros de los instrumentos para la medición de competencias escolares consultados, fueron la prueba Enlace y la prueba Planea, ambas aplicadas a nivel nacional.

A partir del sustento teórico y tecnológico del que se hablará en el siguiente apartado, actualmente se realiza la aplicación del uso del prototipo en los alumnos de tercer grado del CENDI Cielito, ubicado en la ciudad de Villahermosa, Tabasco.

## 2 Estado del arte

Para la elaboración del prototipo se consultó a Eaton [3], en su investigación *The Interactive Picturebook: Mapping 'literacy' on a narrative/technology continuum* (El libro ilustrado interactivo: Perspectivas de literacidad, narrativa y continuidad tecnológica), que estudia la relación entre el diseño de videojuegos y su relación con la narrativa, a partir de un análisis del e-book interactivo y los errores que se han suscitado en algunos casos al convertir al libro en un instrumento multimedia.

Además del trabajo de Jonathan Mark Kevan [3] *Developing iBooks: A Case Study Teaching Gram-stain Analysis* (Desarrollo de iBooks: Enseñanza de análisis de tinción de Gram, un caso de estudio), en la cual se aborda el uso de un prototipo de iBook en la enseñanza de temas de microbiología para alumnos de medicina.

Otro de los trabajos consultados fue *The Fluid Materiality of tablets. Examining "the iPad Multiple" in Primary Classroom* (El flujo de materiales en tabletas) por Cathy Burnett [3]. Examinando "La multiplicidad del iPad" en el salón de clases de primaria. El cual ofrece una metodología cualitativa para proyectos de investigación basados en iPads en escuelas primarias, además de una matriz basada en los usos que el iPad tiene por parte de los docentes y los alumnos a partir de la mediación, la búsqueda de información y la creatividad.

Para la construcción pedagógica del prototipo se han tomado los aspectos de las teorías del aprendizaje, en los que se hace énfasis del desarrollo del lenguaje, desde el constructivismo sociocultural hasta el conectivismo han sido claves en el presente Proyecto. El constructivismo sociocultural plantea [4] al lenguaje y a la lectura como vínculos del aprendiz con su entorno social. El aprendizaje significativo por experiencia plantea [5] a la estimulación adecuada de la curiosidad, al deseo inquieto por aprender, como necesidades pedagógicas para ser cubiertas a través de las etapas, activa, icónica y simbólica. Por último, se han tomado en cuenta aspectos planteados por el conectivismo [6] como, la mediación tecnológica, concepción individual del aprendizaje, descubrir significados y conceptos y conectarlos entre sí.

## 3 Metodología

La validez y la confiabilidad de la metodología con la que se llevó a cabo el proyecto se sustenta en una triangulación de tradiciones, a partir de las cuales se busca abarcar las diferentes dimensiones del problema abordado. Las tradiciones fueron la etnografía educativa, la hermenéutica, y la descripción estadística. Los elementos de dicha triangulación, se emplean en las etapas mostradas a continuación.

### 3.1 Etapa de Pre-análisis

Esta etapa comenzó con las primeras visitas a la institución educativa, en ella se realizaron las primeras entrevistas, y se pidió el acceso a ciertos datos y documentos que denotaran respecto al rendimiento de los alumnos en la competencia de la comprensión de la lectura. Asimismo, se establecieron las necesidades a cubrir por parte de los iBooks, respecto al programa educativo seguido por los alumnos.

### 3.2 Etapa de análisis

Luego de obtener los documentos pertinentes y de transcribir las primeras entrevistas, se realizó una matriz de problemas de aprendizaje en lectura y de posibles soluciones ofrecidas por los iBooks.

### 3.3 Etapa de diseño

Una vez realizada la matriz, analizadas las fortalezas y debilidades del grupo de participantes, así como las condiciones propuestas tanto por los docentes como por los padres de familia se comenzó con el diseño de los iBooks, y todo ello se orientó hacia los subprocesos de lectura establecidos por la prueba PISA.

### 3.4 Etapa de desarrollo

En este punto se realizó el prototipo del iBook, el cual fue mostrado a algunos participantes del grupo objeto, así como a los docentes, con el objetivo de obtener cierta retroalimentación y perfeccionar cualquier aspecto.

### 3.5 Realización

Una vez obtenida la retroalimentación por parte del prototipo, se procedió a la realización del iBook con la herramienta de software de edición iBooks Author, así como con la aplicación para ilustraciones Assembly App y la inserción de widgets con Bookry.

### 3.6 Evaluación

Finalmente se evaluarán los resultados derivados del uso de los iBooks a través de entrevistas con los colaboradores y los docentes siguiendo el método de Don Norman de evaluación a 15 usuarios y las heurísticas de Jakob Nielsen, para de esta manera obtener el grado de rendimiento que tuvieron los iBooks en el aprendizaje de la lectura relacionada con los subprocesos de la competencia establecidos por PISA.

La fórmula planteada por Don Norman plantea que en un estándar de 5 a 15 usuarios:

#### Fórmula

$$N(1-(1-L)^n)$$

N= Número total de problemas de usabilidad en el diseño

L= Proporción de problemas de usabilidad descubiertos mientras se mide a un solo usuario. El valor típico de L es 31%.

Las heurísticas de interfaz señaladas por Jakob Nielsen [10]:

- Visibilidad de sistema y estatus** (El sistema informa al usuario sobre lo que pasa mediante la retroalimentación necesaria).
- Vínculo entre el sistema y el mundo real** (El sistema habla al usuario en un lenguaje entendible).
- Control del usuario** (Ofrece una salida de emergencia del contenido)
- Consistencia y estándares** (El usuario no necesita preguntar por significados, situaciones y acciones que tienen el mismo significado)
- Prevención de errores** (Diseño cuidadoso previene problemas, se ofrece confirmaciones de acciones)
- Reconocimiento y renombre** (El usuario no necesita recordar información, la estructura le permite tener memoria del uso)
- Flexibilidad y eficiencia de uso** (Existen aceleradores para el uso de usuarios expertos e inexpertos)
- Diseño minimalista y estético** (Los diálogos no pueden contener información irrelevante o innecesaria)
- Ayuda al usuario, a diagnosticar y retroalimentar de los errores** (Los mensajes de error se expresan en lenguaje entendible)
- Ayuda y documentación** (Aunque pueda existir el uso sin documentación, se recomienda proveer documentación de ayuda)

## 4 Resultados experimentales

Al momento de la escritura del presente artículo, no se ha evaluado la aplicación del prototipo. Sin embargo, se cuenta con un prototipo dividido en dos historias, *Yo soy el Pintor* y *Beto el Bote*.

Cada una de las historias cuenta con los elementos propios de un producto multimedia, imagen, texto y contenido semiótico; añadido a las historias se incluyen widgets, disponibles en la página web de Bookry.



Fig. 1. Ejemplo de página del iBook.

La Fig. 1 muestra el ejemplo de una página, en la cual se incluye un texto acompañado por ilustraciones. A partir de dicho texto se realizan actividades de aprendizaje y posteriormente preguntas de evaluación al estilo de la prueba PISA, para adoptar el estilo de esta prueba se han tomado en cuenta los subprocesos de la lectura que conforman a dicha evaluación:

Habilidad	Definición
Recuperar información	Capacidad de localizar un dato en el texto que puede ser útil para responder cierta pregunta
Formarse una comprensión en general	Identificar el tema principal o el mensaje Identificar la intención del texto Seleccionar la tesis del texto Explicar el orden de circunstancias simples Describir al personaje principal Identificar el mensaje de un texto
Desarrollar una interpretación	El lector debe procesar el orden u organización del contenido. Comparar y contrastar información. Hacer inferencias.
Reflexionar acerca del contenido del texto	Aportar pruebas o argumentos externos al texto. Evaluar la pertinencia e importancia de algunas informaciones. Establecer comparaciones con normas morales. Identificar otra información alternativa. Evaluar si la información es suficiente.
Reflexionar sobre la forma del texto.	Determinar la utilidad de un texto. Evaluar si se trata de un cuento o un poema.

**Tabla 1.** Los subprocesos de la lectura en la prueba PISA [7].

Los subprocesos mencionados son los ejes de dicha evaluación, la cual será realizada por medio de la etnografía educativa, específicamente a través de entrevistas, tanto con los colaboradores, como con los docentes. Además de la etnografía educativa, se empleará el método estadístico en base a los resultados arrojados en cada una de las preguntas insertadas en el iBook, semejantes a las planteadas en la prueba PISA.



**Fig. 2.** Ejemplo de widget en la página del iBook.

Se ofrecerá un informe relacionado con el rendimiento del iBook basado en las diez heurísticas de Jakob Nielsen, para el diseño de materiales digitales, aplicado a la fórmula de quince usuarios, sugerida por Don Norman.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

Los resultados producidos en la presente investigación contribuyen a un proceso de vinculación entre las tecnologías de aprendizaje móvil y el aprendizaje de la comprensión de la lectura. La UNESCO [8] establece una agenda a través de diversas publicaciones ofrecidas en el sitio web del Observatorio TIC en FID ([ticenfid.org/unesco-la-lectura-en-la-era-movil/](http://ticenfid.org/unesco-la-lectura-en-la-era-movil/)). En este caso se ha optado por emplear un software de la empresa Apple, aunque para la realización de trabajos futuros se planea la creación de aplicaciones móviles, en beneficio al fortalecimiento de los subprocesos de lectura mencionados, para ambos sistemas operativos, iOS y Android. Así como de otro tipo de Proyecto relacionados con el tema y que impacten en la adquisición del aprendizaje de la lectura, tanto dentro como fuera del aula.

## Referencias

- [1] OCDE. *Programa para la evaluación internacional de los alumnos (PISA) 2015*. Recuperado. Recuperado 2/06/2017, de OCDE. Sitio web: [www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf](http://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf), 2015.
- [2] West M., Chew E. *La lectura en la era móvil: un estudio sobre la lectura móvil en los países en desarrollo*. México: UNESCO, 2015.
- [3] A. Eaton. *The Interactive Picturebook: Mapping 'literacy' on a narrative/technology continuum*. *Fusion Journal*. Recuperado de: <http://www.fusion-journal.com/issue/005-fusion-changing-patterns-and-critical-dialogues-new-uses-of-literacy/the-interactive-picturebook-mapping-literacy-on-a-narrativetechnology-continuum/>, 2017.
- [4] Luria, A., Bravo, J. and Vygotski, ). *Obras Escogidas II*. Madrid: Machado libros. 2001
- [5] J. Bruner. *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza editorial. 2002
- [6] G. Siemens. *Una teoría del aprendizaje en la era digital*. Consultado en: <http://clasicas.filos.unam.mx/files/2014/03/Conectivismo.pdf>. 2012
- [7] S. Saulés. *La competencia lectora en PISA*. Consultado en: <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/C/145/P1C145.pdf>, 2012

- [8] C. Shuler & M. West. *El futuro del aprendizaje móvil, implicaciones para la planificación y la formulación de políticas*. París, Francia: UNESCO. 2013
- [9] D. Norman. *Why You Only Need to Test with 5 Users*. Consultado en: <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>
- [10] J. Nielsen. *10 Usability Heuristics for User Interface Design*. Consultado en: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

## **Curriculum del ponente**

Obed Pérez Saucedo es estudiante de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, institución por la cual es licenciado en Ciencias de la Comunicación. Ha realizado estancias académicas en el Colegio de la Frontera del Sur Unidad San Cristóbal de las Casas, y en la Universidad de Salamanca, España.

# Sistema de lectura asistida para niños

Alejandra Santoyo Sanchez<sup>1</sup>, Eduardo Rodríguez Marin<sup>2</sup>, Adriana Guadalupe Castañeda Lozano<sup>3</sup>, Clara Esmeralda Toribio Jiménez<sup>4</sup> y Carlos Alberto De Jesús Velasquez<sup>5</sup>

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías,  
Blvd. Marcelino García Barragán #1421, esq. Calzada Olímpica, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco,  
México, Teléfono: +52 (33) 1378 5900

<sup>1</sup> alejandra.santoyo@cucei.udg.mx, <sup>2</sup> marin593@gmail.com,  
<sup>3</sup> castalozano.adrigpe@gmail.com, <sup>4</sup> esmeralda.tj@outlook.com

<sup>5</sup> Intel Guadalajara Design Center,  
Av del Bosque, Col. El Bajío, Sin Nombre, C.P. 45019 Zapopan, Jalisco, México, Teléfono: +52 (33)  
1645 0000

carlos.de.jesus@intel.com

**Resumen.** La preparación de los alumnos de primaria para enfrentarse a la vida diaria es compleja cuando no se tiene buen nivel de lectura. Con la finalidad de lograr la mejor preparación, los niños deben practicar las lecturas a través del tiempo. Para que los niños puedan hacer una buena práctica de lectura es importante que esta sea llamativa para ellos, además tener un contenido que les deje una buena enseñanza. Para lograr esto, es importante tomar en cuenta que actualmente los niños usan el mayor tiempo del día los dispositivos móviles y que se deben tener aplicaciones en las cuales puedan aprender y entretenerse al mismo tiempo. Las aplicaciones permiten involucrar a los niños de una manera en el que pueda experimentar la toma de decisiones e iniciativas, fallar y volver a intentarlo las veces necesarias, hasta que se desarrollen en él las habilidades y destrezas necesarias que le permitan actuar y reaccionar en situaciones de la vida diaria.

**Abstract.** Forming of primary school students to deal with daily life is complex when there is not a good level of reading. To achieve the best preparation, children should practice the readings over time. For the children to do a good reading practice is important that it is striking for them, also have a content that leaves them a good teaching. In order to archive this, it is important to take into account that currently children use mobile devices the most time of the day and that they must have applications in which they can learn and entertain at the same time. Applications allow children to be involved in a way in which they can experience to make decisions, fail and try again as often as necessary, until they develop the right skills and abilities that allow them to act and react in situations of daily life.

**Palabras Clave:** Educación, comprensión lectora, aplicación educativa.

## 1 Introducción

El problema de falta de cultura lectora en niños de tercero a sexto grado de primaria afecta en su mecánica lectora, memoria de trabajo y comprensión lectora, la cual puede afectar la vida diaria y académica de los alumnos en el futuro.

El problema de lectura es uno de los más grandes de la educación de México. La educación básica se centra en un nivel de comprensión muy básico de lectura, esta se basa en reforzar la mecánica lectora, es decir, que se concentra en que el niño exprese fonéticamente las palabras que se le presentan en la lectura por lo que se descuidan otras habilidades que el niño no desarrolla apropiadamente como la comprensión profunda de textos o reconocimiento de conceptos presentados en las lecturas.

Estos problemas pueden llegar a afectar la vida académica de los alumnos en otras disciplinas creando así un rezago académico que se va agrandando más con el paso del tiempo, es por eso que este proyecto está enfocado a la identificación de los problemas de lectura en los niños en una etapa temprana y puedan ser atendidos de acuerdo a las necesidades detectadas, está orientado a la detección de las habilidades de lecto-comprensión de los alumnos. El proyecto consta de una herramienta que utiliza TIC'S para diagnosticar el nivel de habilidad de lecto-comprensión de los niños y esta pueda ser interpretado por los docentes y así atender a los niños de una manera adecuada a una edad temprana y que esto ayude a que los alumnos puedan mejorar su desempeño académico.

## 2 Estado del arte

La práctica de la lectura a edades tempranas nos ayuda a desarrollar habilidades cognitivas y comunicativas que nos favorecerán en el desarrollo académico y personal, por esta razón es importante atender estas características que son esenciales en la educación básica.

En el diagnóstico de Prácticas de Lectura en Niños y Jóvenes en México y Propuesta que fue aplicada jóvenes de doce años dentro de todo el territorio nacional donde se preguntan varios puntos demuestra que cerca del 90% de los encuestados declaró usar los dispositivos electrónicos para leer, lo que más leen son el contenido de las distintas redes sociales y noticias. Además, los niños declaran que también leen literatura siendo la novela el género más popular después de ciencia ficción y otros textos. También 8 de cada 10 encuestados manifiestan su gusto por la lectura, en promedio los jóvenes entre 12 y 22 leen 6.2 libros al año ya sea por voluntad propia, por deberes académicos o laborales [1].

Otro aspecto importante que también se debe tocar es el ambiente que los lectores tienen con otros lectores. Un lector se forma siempre relacionándose con otros lectores, de ahí la importancia de crear espacios y condiciones para que los jóvenes convivan con la lectura, es de estos lugares donde se ha demostrado que crecen las habilidades lectoras.

En este momento de la historia en nuestro país es necesaria la creación de nuevas herramientas que ayuden a la formación de nuevos lectores, que reconozcan las necesidades en este ámbito y ayuden a la formación de las siguientes generaciones. En la mayoría de las familias mexicanas no se le da la importancia necesaria al hábito de la lectura, lo cual puede afectar a lo largo de la vida escolar del estudiante en muchos aspectos, expertos relacionan los trastornos como la hiperactividad o la dislexia en el resultado de problemas académicos en los que generalmente se involucran el déficit de lectura y escritura [2].

En la actualidad existen distintas aplicaciones que ayudan a los niños a leer. Algunas de las que encontramos son:

- *Aprender a leer*: Centrada en la fonética de las letras; utiliza juegos, imágenes llamativas y colores; y utilizar juegos para reafirmar conceptos. Orientada a niños de educación básica de primero de primaria. Aplicación gratuita con idioma español [3].
- *Aprender a leer (beta)*: Fortalece la mecánica lectora; distingue la fonética de las palabras; y usa imágenes y juegos. Orientada a niños de educación básica de primer grado. Aplicación gratuita con idioma español [4].
- *Leo con Grin: aprender a leer*: Enfocada en la mecánica lectora; enfocada en aprender la fonética de las letras; y usa ejercicios para reafirmar conceptos. Orientada a niños de educación básica de primer grado. Aplicación gratuita con idioma español [5].
- *Aprender a leer-silabario*: Asocia las fonéticas de las letras; y contiene imágenes llamativas para asociar conceptos. Orientada a niños de 4 años. Aplicación gratuita con idioma español [6].

De las aplicaciones mostradas se puede observar que casi todas se concentran en dos aspectos, uno en reforzar la mecánica lectora y otro en crear conceptos sobre palabras básicas, algunas también tienen oraciones completas en las cuales puedan usar estos nuevos conceptos adquiridos tal y como se hacen en la educación primaria. Sin embargo, no se encontró alguna aplicación orientada para niños que refuercen otros aspectos de la lectura como una comprensión lectora más profunda. Otras aplicaciones para leer orientadas a público más adulto (Kindle[7] o Google Play Books) ofrecen gran cantidad de características que pudieran llegar a abrumar a niños de educación básica o inclusive personas que no tienen un hábito de lectura muy desarrollado. Esto representa un hueco en el seguimiento de la práctica de la lectura, por un lado, tenemos una gran cantidad de aplicaciones que trabajan en aspectos muy básicos de las habilidades lectoras en niños y por otro tenemos otra gran cantidad de aplicaciones orientadas a un público mayor con gran cantidad de contenido, configuración personalizable y aspectos técnicos que pueden llegar a confundir a lectores jóvenes o abrumar a lectores quienes cuentan con problemas de lectura. Estos aspectos pueden llegar a crear frustración en jóvenes creando un sentimiento de desinterés en la lectura que pueden llegar a acarrear más problemas en el futuro.

La misión de nuestro proyecto es buscar cubrir ese hueco que hay entre la lectura básica que se nos enseña en la educación primaria y un lector renuente que pueda comprender y leer más fácilmente cualquier texto que se proponga.

### 3 Metodología usada

La metodología usada para el desarrollo del proyecto fue basada en el marco de trabajo de las herramientas usadas en el desarrollo. En este caso se empleó el Framework de Ionic, un marco de trabajo basado en NodeJS el cual utiliza el tipo de arquitectura MVC (Modelo, Vista, Controlador). Este Framework se basa en los elementos de desarrollo web como HTML, CSS y JavaScript para el desarrollo de las vistas. Para el desarrollo de los modelos y de los controladores, Ionic se basa en el uso de Angular (la versión que se utiliza varía según la versión de Ionic que se esté usando). Usamos otros módulos más disponibles de NodeJS para la migración de nuestra aplicación web a dispositivos móviles Android y también para iOS (aunque no es la prioridad del proyecto). Las tareas fueron descritas según las necesidades del proyecto.

- *Modelar el sistema:* Se definieron las herramientas que se usaron durante el desarrollo del proyecto y recursos que se necesitaron.
- *Estructurar el funcionamiento de la aplicación:* Se definió y desarrolló las funcionalidades de la aplicación en base a los diagramas UML diseñados. También se definieron las reglas de negocio.
- *Modelado de la estructura de la base de datos:* Se identificaron los datos necesarios para su resguardo, para esto se creó el modelo de las bases de datos, diagrama de bases de datos, diccionario de datos y todos los requisitos necesarios para mantener la persistencia de estos datos para el buen funcionamiento.
- *Modelo de interfaces:* Se definió la imagen que la aplicación da al usuario y el flujo de trabajo de la aplicación.
- *Sistema inteligente:* Se desarrolló un sistema inteligente, el cual es el responsable de dar el veredicto final al usuario cuando este finalice el test. Se basa en las métricas establecidas. Estas reglas se implementaron en el proyecto y las métricas se guardan en la base de datos.
- *Elaboración de pruebas:* Se realizaron las pruebas necesarias para garantizar la seguridad e integridad del sistema de las primeras versiones de la aplicación. Se les dio seguimiento a los problemas encontrados y se siguió el plan de mantenimiento correspondiente.

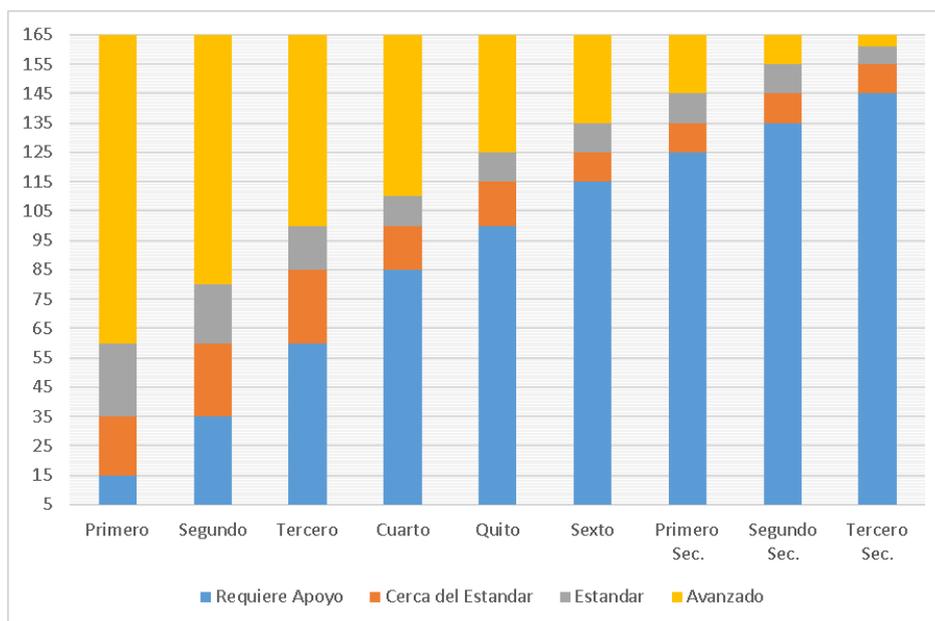
### 4 Resultados experimentales

Para las primeras pruebas se realizó una investigación buscando una manera de poder evaluar las habilidades que el niño pueda mostrar al momento que realiza una lectura y se encontró en el manual de la evaluación continua de la SEP [8] las evaluaciones de las habilidades lectoras de los niños que se proponen con base a las siguientes métricas separadas en niveles de logro:

- *Nivel 1 (requiere atención):* en este nivel los niños tienen un pobre desarrollo de las habilidades lectoras por lo que requieren más atención por parte de los docentes para que emparejen sus habilidades con el resto de sus compañeros a niveles que lleguen al estándar
- *Nivel 2 (cerca del estándar):* en este nivel el niño sobresale del nivel 1 de sus habilidades lectoras, aunque por muy poco y no se considera que llegue a un nivel óptimo. En este nivel el docente debe de llevar el seguimiento del desempeño de los niños que estén en ese nivel para que no decaigan sus habilidades a un nivel más bajo.
- *Nivel 3 (estándar):* es el nivel que se considera como estándar en los niños de educación básica, en este nivel los niños tienen un desempeño fluido en sus habilidades al momento de realizar una lectura. En este nivel el docente solo debe de dar seguimiento a los ejercicios de lectura que realizan los niños.
- *Nivel 4 (avanzado):* en este nivel el alumno supera las expectativas que la mayoría de niños a esa edad demuestra, tiene una lectura fluida, comprende los conceptos de la lectura y asocia con ideas anteriores creando conceptos más sólidos.

Para esto se identificaron las diferentes características que un docente evalúa en cada niño al momento de realizar sus lecturas esto en base a métricas que usa la SEP que se describen a continuación:

**1.- Cantidad de palabras por minuto:** la cantidad de palabras que una persona pueda leer por minuto define su capacidad para identificar la fonética de las sílabas y palabras, esto mejora la mecánica lectora. Este aspecto es fundamental y básico para la actividad de la lectura para que este desarrolle después habilidades más profundas en la lectura.



**Fig. 1 –** Cantidades de palabras por minuto que lee un alumno en educación básica.

Como se muestra en la gráfica anterior podemos ver la cantidad que un niño debe leer por grado escolar en educación primaria. Como nuestra herramienta se centrará en alumnos de

tercer a sexto grado usaremos las cantidades descritas en la imagen para dichos niveles, por ejemplo, para los alumnos de 3er grado la categoría de niveles quedará representado de la siguiente manera:

*Nivel 1:* de 0 a 60 palabras por minuto.

*Nivel 2:* de 61 a 85 palabras por minuto.

*Nivel 3:* de 86 a 100 palabras por minuto.

*Nivel 4:* 100 o más palabras por minuto.

*Evaluación en la aplicación:* la aplicación contará el tiempo en el que la lectura sea finalizada y compara este con el total de letras de la lectura y lo clasificará en uno de los niveles mostrados. Por ejemplo, un niño que este cursando 3ro de primaria entrara dentro de la siguiente clasificación:

**2.-Fluidez lectora:** se refiere a la habilidad del alumno para leer en voz alta con la entonación, ritmo, fraseo y pausas apropiadas que indica que los estudiantes entienden el significado de la lectura, aunque en ocasiones tenga que detenerse en reparar dificultades de comprensión.

<b>Nivel 1</b> <b>Requiere Apoyo</b>
En este nivel el alumno es capaz de leer sólo palabra por palabra, en pocas ocasiones puede leer dos o tres palabras seguidas. Presenta problemas severos en cuanto al ritmo, la continuidad y la entonación que requiere el texto, lo cual implica un proceso de lectura en el que se pierde la estructura sintáctica del texto.
<b>Nivel 2</b> <b>Se acerca al estándar</b>
En este nivel el alumno es capaz de realizar una lectura por lo general de dos palabras agrupadas, en pocas ocasiones de tres o cuatro palabras como máximo. Eventualmente se puede presentar la lectura palabra por palabra. Presenta dificultad con el ritmo y la continuidad indispensable para realizar la lectura, debido a que el agrupamiento de las palabras se escucha torpe y sin relación con contextos más amplios como oraciones o párrafos.
<b>Nivel 3</b> <b>Estándar</b>
En este nivel el alumno es capaz de leer frases pequeñas. Presenta ciertas dificultades en cuanto al ritmo y la continuidad debido a errores en las pautas de puntuación indicadas en el texto (no considera los signos de puntuación o los adicionales), los cuales, en la mayoría de los

casos, no afectan el sentido del mismo porque se conserva la sintaxis del autor. Además, la mayor parte de la lectura la realiza con una entonación apropiada presentando alguna omisión respecto a las modulaciones requeridas por el texto.
<b>Nivel 4 Avanzado</b>
En este nivel el alumno es capaz de leer principalmente párrafos u oraciones largas con significado. Aunque se pueden presentar algunos pequeños errores en cuanto al ritmo y la continuidad por no seguir las pautas de puntuación indicadas en el texto, estos errores no demeritan la estructura global del mismo, ya que se conserva la sintaxis del autor. En general, la lectura se realiza con una adecuada entonación aplicando las diversas modulaciones que se exigen al interior del texto.

**Tabla 6** - Descripción de los niveles de Fluidez Lectora.

*Evaluación en la aplicación:* la aplicación evaluará el tiempo que toma a cada alumno a leer cada palabra y que este respete la acentuación.

**3.- Comprensión lectora:** se refiere a la habilidad del alumno para entender el lenguaje escrito, implica obtener la esencia del contenido, relacionando e integrando la información leída en un conjunto de ideas más abstractas, para lo cual los lectores derivan inferencias, hacen comparaciones, se apoyan en la organización del texto, entre otras.

<b>Nivel 1 Requiere Apoyo</b>
Al recuperar la narración el alumno menciona fragmentos del relato, no necesariamente los más importantes. Su relato constituye enunciados sueltos, no hilados en un todo coherente. En este nivel se espera que el alumno recupere algunas de las ideas expresadas en el texto, sin modificar el significado de ellas.
<b>Nivel 2 Se acerca al estándar</b>
Al recuperar la narración omite uno de los cuatro siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduce al (a los) personaje(s).</li> <li>• Menciona el problema o hecho sorprendente que da inicio a la narración.</li> <li>• Comenta sobre qué hace(n) el (los) personaje(s) ante el problema o hecho sorprendente.</li> <li>• Dice cómo termina la narración.</li> </ul> Al narrar enuncia los eventos e incidentes del cuento de manera desorganizada, sin embargo, recrea la trama global de la narración.
<b>Nivel 3 Estándar</b>
Al recuperar la narración destaca la información relevante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduce al (a los) personaje(s).</li> <li>• Menciona el problema o hecho sorprendente que da inicio a la narración.</li> <li>• Comenta sobre qué hace(n) el (los) personaje(s) ante el problema o hecho sorprendente.</li> <li>• Dice cómo termina la narración.</li> </ul> Al narrar enuncia los eventos e incidentes del cuento tal y como suceden, sin embargo, la omisión de algunos marcadores temporales y/o causales (por ejemplo: después de un tiempo; mientras tanto; como x estaba muy enojado decidió...etc.) impiden percibir a la narración como fluida.
<b>Nivel 4 Avanzado</b>
Al recuperar la narración destaca la información relevante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alude al lugar y tiempo donde se desarrolla la narración.</li> <li>• Introduce al (a los) personaje(s).</li> <li>• Menciona el problema o hecho sorprendente que da inicio a la narración.</li> <li>• Comenta sobre qué hace(n) el (los) personaje(s) ante el problema o hecho sorprendente.</li> <li>• Dice cómo termina la Narración. Al narrar enuncia los eventos e incidentes del cuento tal como suceden y los organiza utilizando marcadores temporales y/o causales (por ejemplo: después de un tiempo; mientras tanto; como x estaba muy enojado decidió...etc.); además hace alusión a pensamientos, sentimientos, deseos, miedos, etc. de los personajes.</li> </ul>

**Tabla 7** - Descripción de los niveles de Comprensión Lectora.

*Evaluación en la aplicación:* para evaluar la parte de comprensión lectora en los usuarios de la aplicación se emplean varias herramientas: realizar cuestionarios acerca sobre los conceptos principales de la lectura, completar oraciones de una parte de la lectura o preguntar sobre la idea principal del texto o moraleja. Se realizarán 5 preguntas sobre la lectura realizada en la cual se abordaron diferentes conceptos relacionados con esta cada pregunta abonará un punto y la suma de estos dará la clasificación del nivel al cual pertenece el usuario.

*Nivel 1:* de 0 a 1 preguntas correctas.

*Nivel 2:* 2 preguntas correctas.

*Nivel 3:* de 3 a 4 preguntas correctas.

*Nivel 4:* 5 preguntas correctas

El prototipo que se muestra a continuación es una versión temprana de la aplicación ya que a la fecha de elaboración de este documento aún se encuentra en fase de desarrollo y algunas opciones no están aún disponibles. Dicho prototipo hace uso de las normas descritas anteriormente que ayudan al sistema inteligente a dar una estimación de los niveles que muestran los alumnos al realizar una lectura en la aplicación.

El entorno en donde se ejecuta este prototipo es un servidor web que corre en un servicio generado por las propias herramientas de desarrollo aún se encuentra están trabajando en las versiones finales de las aplicaciones para medios móviles. A continuación, se muestran algunas imágenes del prototipo en su versión 0.0.1:



**Fig. 2** - Imagen de inicio al abrir la aplicación.

Pantalla inicial de la aplicación, aun no se decide que elementos se podrán postrar en el panel de inicio.



Fig. 3 - Menú de opciones disponibles

El menú de opciones disponibles son las funcionalidades que contara el sistema descritas a continuación:

- **Principal:** Regresa a la vista del panel.
- **Mi Perfil:** Muestra el perfil del usuario de la aplicación, aquí el usuario podrá capturar sus datos, esto se hará para fines estadísticos (funcionalidad aun en desarrollo).
- **Histórico de pruebas:** esta funcionalidad mostrará un análisis de las pruebas que el usuario ha realizado, podrá ver sus resultados de pruebas realizadas anteriormente (funcionalidad aun en desarrollo).
- **Prueba a un grupo:** esta funcionalidad podrá evaluar a un todo un grupo de alumnos, esta función está pensada para docentes que quieran evaluar el desempeño en la lectura de todo su grupo (funcionalidad aun en desarrollo).
- **Prueba Rápida:** aquí el usuario podrá realizar una prueba rápida de una lectura a un alumno y mostrar sus resultados inmediatamente.
- **Acerca de...:** muestra información sobre el proyecto.
- **Cerrar:** cierra el menú de funcionalidades.

De las funcionalidades mostradas anteriormente la más desarrollada hasta el momento es la de realizar una prueba rápida, en este apartado el usuario podrá realizar una prueba rápida de habilidades lectoras que sigue el siguiente flujo de ejecución:

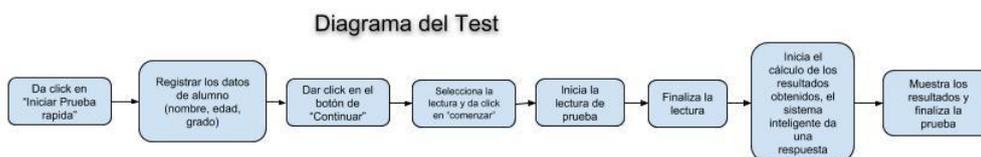
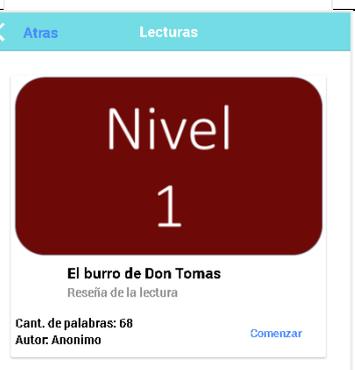
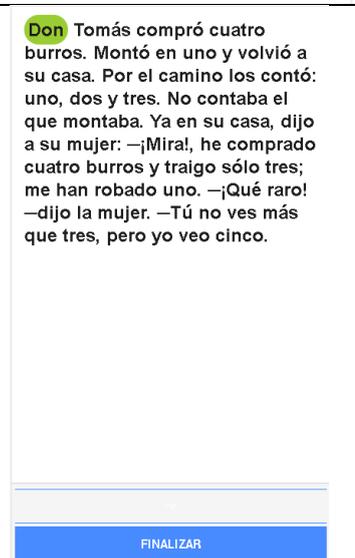
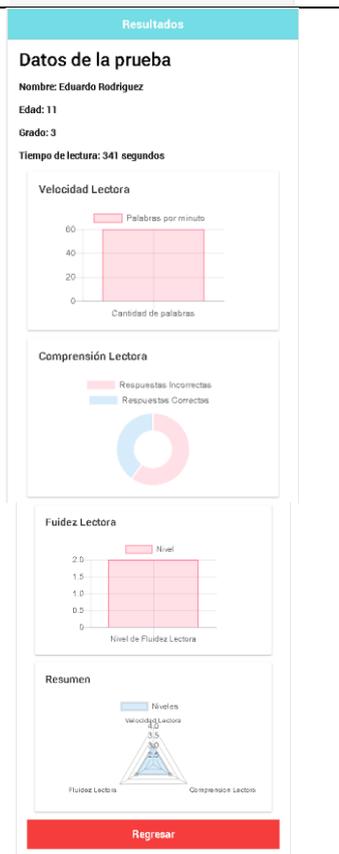


Fig. 4 -Diagrama de flujo de "Prueba rápida"

Cada uno de estos pasos en la prueba rápida se ejecutan en la aplicación y se muestran de la siguiente manera:

Flujo de trabajo de "Prueba rápida" v0.0.1		
Pasos del Algoritmo	Descripción	Imagen

<p>Da clic en “Iniciar prueba rápida”</p>	<p>Da click en el menú de funcionalidades para comenzar la captura de los datos de la prueba rápida.</p>	
<p>Registra los datos del alumno.</p>	<p>Se capturan los datos del alumno que hará la prueba. Una vez finalizado se da click en continuar.</p>	
<p>Selecciona la lectura y da click en “comenzar”</p>	<p>Se muestra un catálogo de lecturas cargadas en la aplicación, es este se muestran detalles de las mismas (descripción rápida, nivel de dificultad, cantidad de palabras y autores). Una vez seleccionada se da click en comenzar para comenzar la prueba.</p>	
<p>Inicia la lectura de prueba</p>	<p>Se despliega la lectura de prueba, la aplicación guía al alumno a llevar un ritmo de lectura en cada palabra, en la parte inferior se muestra un botón que el alumno podrá dar click y la aplicación resaltará la primera palabra de la lectura, si continúa haciendo click se resaltará la siguiente palabra así hasta llegar al fin de la lectura. En ese momento se habilitara el botón de “FINALIZAR” con el cual el alumno confirma haber terminado de leer la lectura.</p>	

<p>Inicia el cálculo de resultados al sistema da una respuesta.</p>	<p>Parte de la evaluación que realiza el sistema es hacer 5 preguntas al alumno sobre la lectura, estas se muestran a continuación, al contestar la última pregunta se debe dar click en el botón de finalizar para que el sistema haga su evaluación final y pueda mostrar los resultados. Al dar click en cancelar se cancela la prueba y regresa al Panel.</p>	
<p>Muestra los resultados y la finaliza la prueba.</p>	<p>Se muestran los resultados finales de la prueba en gráficas y la aplicación da una estimación de en qué nivel se encuentra el alumno en las habilidades que decidimos tomar según nuestra investigación. Al dar click en “Regresar” se regresara a la vista del panel inicial.</p>	

**Tabla 8 - Algoritmo de la "Prueba rápida"**

Como se muestra en las imágenes aún faltan muchas funcionalidades y detalles en las cuales se seguirá trabajando para tener un producto más robusto y atractivo para los niños de educación básica, quienes son la prioridad en el diseño para que la lectura en la aplicación no se vuelva tediosa o aburrida, aunque también se busca que la aplicación sea funcional para los docentes y que realmente se vuelva una herramienta de ayuda en la evaluación académica de los alumnos.

Los resultados que se han obtenido al realizar las pruebas rápidas aún son muy ambiguos a los resultados que se esperan llegar, es decir, falta definir más normas o aspectos que ayuden a dar más claridad en las decisiones que tomará el sistema para catalogar a un alumno en un nivel de habilidad que le corresponda y no afectar la trayectoria académica de un alumno con una estimación errónea.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

La aplicación sirve de apoyo a los docentes para detectar los problemas de lecto-comprensión que puedan presentar los alumnos a una edad temprana y puedan ser corregidos para que no afecten la vida

académica de dichos alumnos. El problema de lectura en nuestro país es un factor importante en el aprovechamiento académico de las nuevas generaciones, por experiencia, se puede afirmar que la falta de lectura en la escuela y hogares ha afectado la comprensión de diversos temas inclusive en la universidad. A diferencia de otras opciones que están en el mercado, el proyecto fue diseñado para un nivel intermedio centrándose en el desarrollo de la comprensión lectora, que es un aspecto que se ha ido descuidando en la educación básica impartida en México.

La aplicación buscó crear una manera fácil y rápida para poder probar las habilidades lectoras de un alumno, para que un docente pueda evaluar esta información y tomar acciones que ayuden a contrarrestar estas deficiencias a un alumno e inclusive a todo un grupo de alumnos.

## Referencias

- [1] DIAGNÓSTICO DE PRÁCTICAS DE LECTURA EN NIÑOS Y JÓVENES EN MÉXICO Y PROPUESTA, Autor(es): Senador Adolfo Romero Lainas 2016, Fecha de consulta: 27/02/2018, Enlace: [http://www.senado.gob.mx/comisiones/biblioteca/docs/diagnostico\\_practicas\\_lectura.pdf](http://www.senado.gob.mx/comisiones/biblioteca/docs/diagnostico_practicas_lectura.pdf)
- [2] D. Montero (sin fecha) Los problemas de lectura en niños repercuten en su futuro. Disponible: <http://www.hacerfamilia.com/educacion/problemas-lectura-ninos-repercuten-futuro-20170331120144.html>
- [3] Aprende a leer - Natsamar APP, (20/04/2018). Disponible: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.natsamar.aprendealeer>
- [4] Aprender a leer (beta) - C&C Carrillon Castillo. Disponible: <https://play.google.com/store/apps/details?id=carrioncastillo.aprender.leer>
- [5] Leo con Grind: aprender a leer Educaplanet S.L. Disponible: [https://play.google.com/store/apps/details?id=air.educaplanet.grin.leo1\\_full](https://play.google.com/store/apps/details?id=air.educaplanet.grin.leo1_full)
- [6] Aprender a leer - Silabario Edu'Apps. Disponible: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.eduapps.silabario>
- [7] Loebbecke, Claudia., Soehnel, Anne. , Weniger, Sandra. y Weiss, Thomas. (2010). Innovating for the Mobile End-User Market: Amazon's Kindle 2 Strategy as Emerging Business Model.
- [8] Anónimo (sin fecha) Manual de procedimientos para el fomento y la valoración de la competencia lectora en el aula.

# Laboratorio Virtual de Matemáticas bajo en el paradigma de Educación Basada en Web

Rubén Peredo Valderrama <sup>1</sup> Iván Peredo Valderrama <sup>2</sup>

<sup>1</sup> 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](mailto:rperedo@ipn.mx)

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.

[ivan.peredo@upq.edu.mx](mailto:ivan.peredo@upq.edu.mx)

**Resumen.** El presente trabajo expone un sistema de Laboratorio Virtual de Matemáticas, que posibilita realizar prácticas de forma remota, y elaboración de materiales educativos didácticos para prácticas de alta calidad, basadas en el paradigma de Educación Basada en Web (*Web-Based Education*, WBE por sus siglas en inglés). El desarrollo del Laboratorio Virtual de Matemáticas se realizó utilizando se utilizaron componentes multimedia denominados: Componentes de Aprendizaje Reusables Inteligentes Orientados a Objetos. El núcleo de este sistema está compuesto de dos partes fundamentales: nuestras propuestas de laboratorios individuales, y un módulo que utiliza Mathics, que es un sistema de algebra computacional de propósito general libre, compatible con sintaxis y funciones de Mathematica [1]. Permitiendo a los profesores y estudiantes realizar prácticas remotas, reduciendo la elevada complejidad a los profesores para crear materiales educativos didácticos de alta calidad para la materia de matemáticas bajo el paradigma de WBE.

**Palabras clave:** Matemáticas, Componentes de Software, Patrones de Diseño, Materiales Educativos.

## 1 Introducción

La infraestructura de Internet y la aplicación más importante que es la Web han posibilitado desarrollar aplicaciones Web innovadoras impensables hace algunos años, para la creación de herramientas de apoyo para el aprendizaje. La Web tiene tres características principales que la definen: protocolo (*Hyper Text Transport Protocol*, HTTP por sus siglas en inglés), arquitectura Cliente/Servidor, y canal de comunicación de comunicación bidireccional; Además de lo mencionado anteriormente una aplicación Web debe de incluir una lógica de negocios.

La Web provee un manejo de multimedios entre profesores y estudiantes. La Internet/Web ha permitido desarrollar aplicaciones innovadoras e inmersivas, con la finalidad de realzar y expandir las oportunidades educacionales. La integración de la Internet/Web hacia la educación es llevada a cabo a través de algunas de las siguientes metodologías [2]:

- Desarrollo de cursos centralizados en un sitio Web con funcionalidades para facilitar el manejo del curso,
- Desarrollar laboratorios remotos donde las animaciones multimedia o simulaciones reemplacen los experimentos físicos,
- Desarrollar laboratorios basados en Web que posibiliten a los estudiantes establecer parámetros y manejar experimentos desde una localización remota.

Los Laboratorios Virtuales en la educación son una herramienta de apoyo para apoyar el proceso enseñanza/aprendizaje que han ido creciendo en aceptación, ya que permiten simular prácticas de laboratorio sin que el alumno se encuentre físicamente en el laboratorio en un horario determinado, ya que puede realizando las prácticas a distancia a través de la Internet/Web, esto resulta particularmente útil en prácticas que podrían presentar situaciones peligrosas para el estudiante. Otra situación importante aplicada a los laboratorios tradicionales es la carencia de recursos para poder llevarla a cabo una práctica, también la carencia de personal capacitado es otro elemento a considerar en las prácticas tradicionales, etc., todo esto eleva el costo de las experiencias enriquecedoras de los laboratorios tradicionales. La práctica de cualquier actividad en términos generales mejora el rendimiento resultando en experiencias

más enriquecedoras para los estudiantes, permitiendo mejorar los resultados de los estudiantes en el mundo real.

Los laboratorios virtuales son definidos en términos generales como simulaciones computacionales, abarcando múltiples áreas: física, química, circuitos electrónicos, biología, astronomía, matemáticas, etc. Los denominados e-laboratorios son una de las soluciones que ofrece el e-learning, con el propósito de agregar práctica a los estudiantes, en términos generales existen tres tipos de laboratorios: Laboratorio Tradicional (LT), Laboratorio Virtual (LV) y el Laboratorio Remoto (LR), los dos últimos accesibles a través de la Internet, y en unos casos accesibles a través de la Web, con el objetivo de agregar un módulo práctico en la medida de lo posible lo más parecido a un Laboratorio Tradicional (LT), simulando/emulando e interactuando con los instrumentos virtuales/remotos. Los LT permiten conseguir experiencias muy enriquecedoras para los estudiantes, pero requieren entre otras cosas: personal capacitado, coordinación de horarios de profesores y estudiantes, supervisión de los estudiantes a través de las prácticas, medidas de seguridad, en muchos casos el costo de los reactivos, etc., lo cual eleva los costos de manera considerable [3].

Para desarrollar materiales educativos hay estándares internacionales destacando los siguientes: Aprendizaje Distribuido Avanzado (*Advanced Distributed Learning*, ADL por sus siglas en inglés) y su Modelo de Referencia de Objeto Contenido Compartido (*Sharable Content Object Reference Model*, SCORM por sus siglas en inglés) [4] e Consorcio de Aprendizaje Global - Sistema de Manejo Instruccional (*Instructional Management System Global Learning Consortium*, IMS GLC por sus siglas en inglés) [5].

En México uno de los mayores retos que tienen los estudiantes son las matemáticas, siendo estas una herramienta fundamental en las carreras de ingeniería, lamentablemente según la prueba PLANEA en los niveles de primaria y secundaria hay un alto índice de reprobación [6], ocasionando que muchos estudiantes las aborrezcan, ocasionado que muchos estudiantes no elijan carreras de ingeniería, y opten por otras opciones. De lo anterior es que surge el interés de desarrollar un LV de matemáticas que posibilite la creación de prácticas de matemáticas multimedia interactivas para el aprendizaje de las matemáticas, para proporcionar experiencias más enriquecedoras. El LV permitirá reducir la complejidad de elaboración de ejercicios de matemáticas, facilitar su mantenimiento, y maximizar el reúso. Una de las ventajas del LV es la posibilidad de que el estudiante pueda avanzar a su propio ritmo, donde se pueda lograr una personalización de acuerdo al perfil del estudiante.

Lo anteriormente mencionado, muestra que desarrollar materiales educativos en general y para matemáticas en particular con una estrategia de corto, mediano y largo plazo es desafiante, tanto para profesores como para organizaciones, la presente propuesta presenta una innovadora propuesta basada fundamentalmente en componentes de software y patrones de diseño de software, para presentar una plataforma que reduzca la elevada complejidad para desarrollar materiales educativos para matemáticas de alta calidad con una estrategia en el corto plazo, mediano y largo plazo, al facilitar el mantenimiento de los diferentes materiales educativos a lo largo de su vida.

## 2 Estado del Arte

Un Sistema de Algebra Computacional (*Computer Algebra System*, CAS por sus siglas en inglés) es un software que se utiliza en la manipulación de fórmulas matemáticas. Su objetivo principal es automatizar tareas de manipulación algebraica tediosas o difíciles. La diferencia principal entre este tipo de sistemas y una calculadora tradicional es la capacidad de trabajar con ecuaciones simbólicamente en lugar de numéricamente [7]. Los CAS son muy útiles para los estudiantes, docentes, científicos y en general para quienes trabajan continuamente con matemáticas, ya que simplifican la realización de cálculos y graficación. A continuación se mencionan algunos CAS:

- Mathematica de Wolfram: es uno de los CAS más conocido y uno de los más completos. Los costos de las licencias van desde los \$150 hasta los \$2700 dólares [8],

- Maxima: es un CAS el cual trabaja con ecuaciones simbólicas, enfocado únicamente a las matemáticas, abarcando: diferenciación, integración, expansión en series de Taylor, transformadas de Laplace, ecuaciones diferenciales ordinarias, sistemas de ecuaciones lineales, vectores, matrices y tensores. Maxima está publicado bajo la Licencia Pública General (*General Public License*, GPL por sus siglas en inglés). Una de las desventajas es que hace uso de varios plug-ins, lo que ocasiona incompatibilidades [9],
- Grupos, Algoritmos y Programación (*Groups, Algorithms and Programming*, GAP por sus siglas en inglés): es un CAS enfocado principalmente a la teoría de grupos. La licencia de GAP es de software libre y tiene soporte para los sistemas operativos Windows y Linux [10],
- Maple: es un sistema CAS en el que es posible resolver problemas de matemáticas como: álgebra, trigonometría, geometría, etc. Maple tienen un núcleo que en conjunto con la Interfaz de Usuario Gráfica (*Graphical User Interface*, GUI por sus siglas en inglés). El costo de licencia es de \$99 dólares pero la simulación se venden por separado [11],
- Aún Otro Sistema de Algebra Computacional (*Yet Another Computer Algebra System*, YACAS por sus siglas en inglés): es un CAS que permite la manipulación de expresiones matemáticas de manera simbólica, utiliza su propio lenguaje de programación para realizar todo el cómputo, siendo software libre, y tiene una versión ligera que corre en el navegador Web [12],
- Matlab: es un CAS muy conocido en el mundo de la ingeniería, donde se pueden realizar cálculos matemáticos, manejo de matrices, etc., es todo un laboratorio donde es posible analizar datos, graficar, crear modelos, iteración de algoritmos, etc., y además tiene la capacidad de llevar los proyectos creados a hardware con ayuda de código en C y VHDL. Las licencias varían desde los \$49 y pudiendo llegar a \$250 dólares para propósitos educativos [13],
- Magma: es CAS diseñado principalmente para realizar cálculos en álgebra, teoría de números, geometría algebraica y combinatoria algebraica. Este proporciona un entorno para trabajar con anillos, módulos, esquemas, curvas, etc., siendo software libre [14],
- SageMath: es un CAS el cual se destaca por estar compuesto por varios paquetes de software diseñados para matemáticas tal como: NumPy, SymPy, Maxima, GAP entre otros más, está basado en Python, siendo software libre, una desventaja es que todos los módulos que lo componen son creados por organizaciones diferentes y para propósitos diferentes, lo que puede hacer surgir algunos errores difíciles de reparar [15],
- Mathics: es un CAS alternativo a Mathematica, su manera de manejar su: sintaxis, instrucciones y operadores es la misma, es un software libre disponible para los principales sistemas operativos, está escrito en el lenguaje de programación Python. Además también utiliza Django para hacer de Mathics una aplicación Web por lo que es posible instalarlo en tu propio servidor Web y acceder o instalarlo localmente y accederlo desde un navegador Web [1].

La presente propuesta presentara en la primera parte nuestra propuesta de Laboratorio Virtual de Matemáticas bajo el paradigma de Educación Basada en Web (*Web Based Education*, WBE por sus siglas en inglés) basada en componentes de software para el desarrollo de materiales educativos didácticos para matemáticas. La segunda parte mostrara los resultados de la propuesta. Por último se mostrara la sección de conclusiones de la propuesta. En el aspecto de los alcances de la presente propuesta destacan los siguientes: es una herramienta de apoyo para profesor/alumno, la propuesta tiene un núcleo básico de funcionalidad y la propuesta usara el paradigma de Educación Basada en Web.

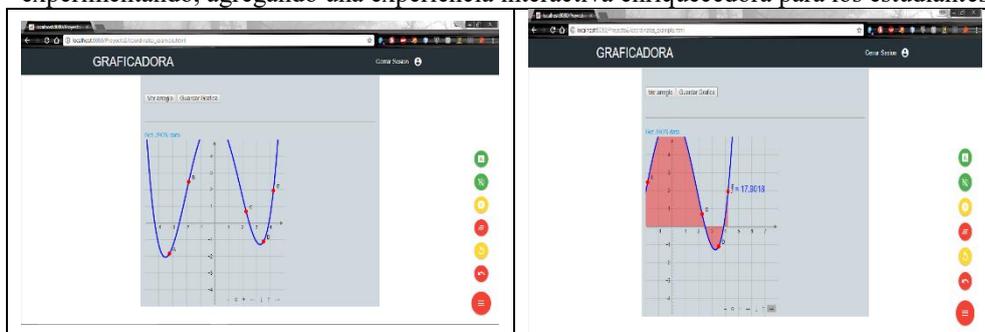
### 3 Metodología usada

La propuesta utilizo dos enfoques complementarios, el primero desarrollar aplicaciones Web específicas conjuntadas en una plataforma para matemáticas, y el segundo complementar los esfuerzos con una implementación personalizada de Mathics. La propuesta utiliza del lado del servidor el patrón Modelo Vista Controlador (*Model View Controller*, MVC por sus siglas en inglés), la implementación de la propuesta utiliza Struts 2 [16] y Java Server Faces (JSF) [17] para la implementación de los diferentes LVs de matemáticas. Las propuestas usan Hibernate [18] para la persistencia de la base de datos de las aplicaciones Web. La parte de persistencia de la propuesta está dividida en dos secciones: base de datos y base de conocimientos. La base de conocimientos complementa la capa de persistencia de la propuesta, basada en el modelo IEEE LTSC 1484 [19], la base de conocimientos se implementó utilizando el

framework Jena [20], la base de conocimientos posibilita a la aplicación procesar la información de manera semiautomática/automática, utilizando en nuestro caso la ontología denominada Amigo de un Amigo (*Friend Of A Friend*, FOAF por sus siglas en inglés) [21], la cual especifica las relaciones de los usuarios de la propuesta, que hemos usado en nuestras propuestas [22]. Los Componentes Orientados a Objetos de Aprendizaje Reusables Inteligentes (*Intelligent Reusable Learning Components Object Oriented*, por sus siglas en inglés IRLCOO) [22, 23-25], son una clase componentes de contenido de aprendizaje que tienen las siguientes características: multimedia, interactividad y retroalimentación, que nos permiten llevar a cabo la composición y secuenciación dinámica de los contenidos para los LVs de matemáticas. El módulo Marco de Trabajo de Descripción de Recurso (*Resource Description Framework*, RDF por sus siglas en inglés) [26] permite serializar en la base de conocimientos en base a la ontología FOAF. En el lado del cliente se utiliza el patrón composición para los componentes IRLCOO, este patrón provee a la propuesta un punto fundamental, ya que nos permite construir componentes complejos en base a componentes más simples.

## Resultados experimentales

Se desarrollaron varios LV de matemáticas propios destacando a continuación dos, la Figura 1 el de la izquierda es el de Graficación, que permite graficar a los estudiantes ecuaciones matemáticas, en la parte inferior tienen herramientas propias de la gráfica, y en la parte derecha cuenta con un menú de opciones adicionales. En la parte derecha de la Figura 1 se muestra el LV de Integración, que permite integrar a los estudiantes, en la parte inferior tienen herramientas propias de la gráfica, y en la parte derecha cuenta con un menú de opciones adicionales. Los LV que desarrollamos están implementados bajo estándares del W3C usando tecnologías como: (*Hyper Text Markup Language*, HTML 5 por sus siglas en inglés), JavaScript, Hojas de Estilo en Cascada (*Cascading Style Sheets*, CSS por sus siglas en inglés), y frameworks libres, etc., con la finalidad de apegarnos lo más posibles a los estándares del Web del Consorcio Mundial Web (*World Wide Web Consortium*, W3C por sus siglas en inglés), y no reducir las dependencias de contexto propietarias. Es importante destacar que al ser desarrollos propietarios, es posible modificarlos a la necesidad de cada institución educativa, además por utilizar frameworks libres los costos de licenciamiento son cero, y por último pero no menos importante es que son LV multimedia interactivos, donde el profesor puede plantear ejercicios interactivos, que el alumno puede resolver experimentando, agregando una experiencia interactiva enriquecedora para los estudiantes.



**Fig. 1.** Aplicaciones Web del Laboratorio Virtual de matemáticas para Graficación e Integración.

Una ventaja importante al estudiar Mathics sobre otros CAS es que es un software libre, donde cualquiera puede descargarlo, e instalarlo en un servidor sin ningún costo. Gracias a Django Mathics es una aplicación Web, lo que posibilita su acceso a través de un navegador Web. Mathics se liberó bajo la licencia GPL muy usada para publicar proyectos y programas de software libre. Esta licencia permite a cualquier usuario del software ya sean personas o empresas la libertad de usar el software además de poder estudiarlo, compartirlo y modificarlo a sus necesidades en caso de que así lo deseen [1], la licencia GPL permite a los creadores de Mathics compartir el proyecto con cualquier persona así como el código fuente, y la documentación, que fue lo que hicimos en nuestro caso para adatarlo a nuestras necesidades. Después de la instalación de Mathics, uno de los puntos importantes fue hacer ingeniería inversa a la base de datos implementada en SQLite [27] para comprender el funcionamiento de la aplicación Web, ya que al accederlo por medio de un navegador Web, solo nos permitía una sesión local con un usuario genérico, lo

cual limitaba nuestro objetivo de personalizarlo y adaptarlo a nuestras necesidades, como una herramienta de apoyo a los otros LV de matemáticas que desarrollamos desde cero. Después de la instalación e ingeniería a la base de datos de Mathics, se desarrollaron dos módulos complementarios para Mathics, el primero fue el módulo Login y el segundo el módulo de administración de usuarios para: Altas, Bajas y Cambios. La Figura 2 del lado izquierdo muestra el módulo de administración que se desarrolló para los usuarios de Mathics. Para probar Mathics con las modificaciones nuestras se buscaron ejercicios de primaria, secundaria, y nivel medio superior, la Figura 2 del lado derecho muestra un ejercicio de nivel secundaria de una familia de rectas con la misma pendiente, pero con diferentes constantes.

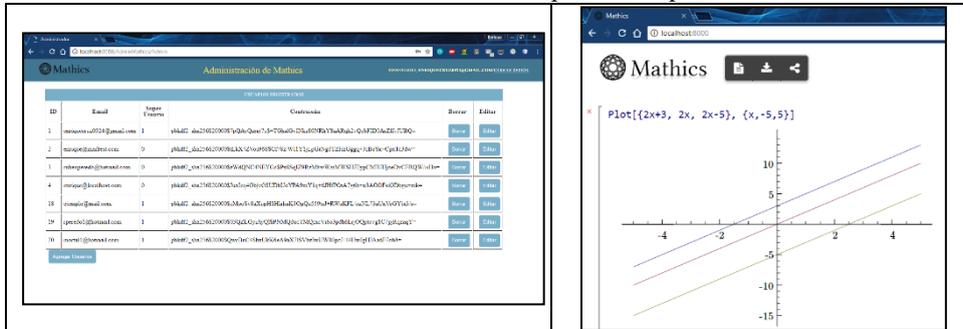


Fig. 2. Módulo de altas, bajas y cambios y graficación de familia de rectas con Mathics.

La Figura 3 muestra dos ejercicios de nivel medio superior, en este caso el de la izquierda muestra un sistema de ecuaciones lineales, y donde se puede ver gráficamente la solución en el punto (2,2). La Figura 3 del lado derecho es una ecuación cuadrática, donde se puede ver gráficamente la solución en los puntos (-5,0) y (5,0).

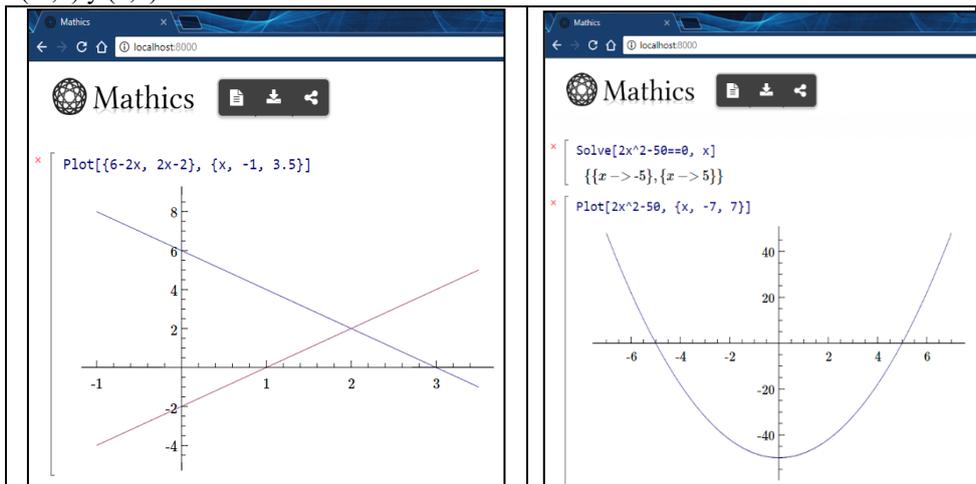


Fig. 3. Graficación de un sistema de ecuaciones lineales y una ecuación cuadrática con Mathics.

## 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La presente propuesta hace uso de estándares para el desarrollo de los LVs respaldados por el W3C como: HTML 5, Lenguaje de Marcado Extensible (eXtensible Markup Language, XML por sus siglas en inglés), CSS, y JavaScript, además de frameworks libres, que se han estado imponiéndose entre los desarrolladores Web, lo que ha ocasionado que nos movamos hacia los mismos.

La presente propuesta mostro dos de nuestros LVs: Graficación e Integración integrados en una plataforma para LVs de Matemáticas bajo el paradigma de Educación Basada en Web, compuesta con desarrollos propios hechos desde cero, y complementados con Mathics un software con licencia GPL, la cual nos permitió instalarlo, y modificarlo para adaptarlo a nuestras necesidades, integrándolo a la arquitectura de la presente propuesta de manera transparente gracias al patrón MVC del lado del servidor.

Es importante mencionar que los materiales educativos didácticos que generaran los diferentes LVs no son estáticos, sino que pueden configurarse de tal manera que los estudiantes los pueden modificar durante sus prácticas de laboratorio, registrando sus modificaciones respecto al modelo original, y estas modificaciones junto con sus anotaciones pueden ser revisadas por el profesor, generando experiencias multimedia interactivas más enriquecedoras, además de que los estudiantes pueden experimentar en tiempo real combinando los LVs como: Graficación e Integración, etc., en conjunto con Mathics. La presente propuesta busca ser una herramienta de apoyo para los estudiantes de diferentes niveles educativos en el área de matemáticas, con una visión de corto, mediano y largo plazo, al utilizar patrones de diseño de software que permiten optimizar el cambio.

La presente sigue un modelo basado en componentes de software que consideramos innovador, que busca desarrollar materiales educativos didácticos bajo el estándar SCORM/ADL, el desarrollo de materiales educativos para el área de matemáticas no es sencillo como se puede ver en la presente propuesta, y para un profesor puede ser una tarea gigantesca. El modelo basado en componentes de software que hemos ido desarrollando a lo largo de los años en conjunto con los patrones de diseño de software, han reducido la complejidad del desarrollo de materiales educativos avanzados, multimedia interactivos, los materiales educativos didácticos basados en componentes de la presente propuesta, al dividirse en tres componentes principales: Contenedor, Contenidos y Navegación; separan los contenidos y la navegación basándose en el estándar SCORM/ADL, lo que permite reconfiguración dinámica, así como secuenciación dinámica de los mismos en tiempo de ejecución, lo que permite adaptarlo mejor a las necesidades de los estudiantes. Este modelo propuesto permite adaptarlos a nuevos escenarios y modelos educativos de mediano y largo plazo, sin tener que desarrollarlos desde cero nuevamente bajo los nuevos requerimientos.

**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: 20182206 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] Mathics, URL: <https://mathics.github.io>.
- [2] C.C. Ko, Ben M. Chen & Jianping Chen, Creating Web-based Laboratories (2004) United States of America.
- [3] 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.
- [4] Advanced Distributed Learning Initiative, URL: <http://www.adlnet.org>.
- [5] Global IMS Learning Consortium, URL: <http://www.imsproject.org/>.
- [6] Milenio, URL: <http://www.milenio.com/politica/alumnos-secundaria-matematicas-basicas-prueba-planea>.
- [7] D. Ginsburg, B. Groose, J. Taylor y B. Vernescu, The History of the Calculus and the Development of Computer Algebra Systems. Available: <http://www.math.wpi.edu/IQP/BVCalcHist/index.html>.
- [8] Wolfram Research, URL: <https://www.wolfram.com/mathematica/pricing/home-hobby-individuals.php>.
- [9] Maxima, URL: <http://maxima.sourceforge.net/es/>.
- [10] GAP System, URL: <https://www.gap-system.org/>.
- [11] Maplesoft, URL: <https://www.maplesoft.com>.
- [12] YACAS, URL: <http://www.yacas.org>.
- [13] Matlab, URL: <https://www.mathworks.com>.
- [14] Magma CAS, URL: <http://magma.maths.usyd.edu.au/magma/>.
- [15] SageMath, URL: <http://www.sagemath.org/>.
- [16] Struts 2 - The Apache Software Foundation!, URL: <http://struts.apache.org/>.
- [17] Java Server Faces Technology - Oracle, URL: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javaee/javaserverfaces-139869.html>.
- [18] Hibernate. Everything data. – Hibernate, URL: <http://hibernate.org/>.
- [19] IEEE Learning Technology Standards Committee, URL: <http://ieee-sa.centraldesktop.com/ltsc/>.
- [20] Apache Jena - Home, URL: <http://jena.apache.org>.
- [21] The Friend of a Friend (FOAF) project | FOAF project, URL: <http://www.foaf-project.org/>.
- [22] 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.

- [23] 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.
- [24] 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.
- [25] 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.
- [26] RDF specification, URL: <http://www.w3.org/RDF/>.
- [27] SQLite Home Page, URL: <https://www.sqlite.org/>.

# Laboratorio Virtual para la Comprensión Lectora bajo en el paradigma de Educación Basada en Web

Rubén Peredo Valderrama <sup>1</sup> Iván Peredo Valderrama <sup>2</sup>

<sup>1</sup> 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](mailto:rperedo@ipn.mx)

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.

[ivan.peredo@upq.edu.mx](mailto:ivan.peredo@upq.edu.mx)

**Resumen.** El presente trabajo expone un Laboratorio Virtual para la Comprensión Lectora, que posibilita realizar prácticas de forma remota, y elaboración de materiales educativos didácticos para prácticas, basadas en el paradigma de Educación Basada en Web (*Web-Based Education*, WBE por sus siglas en inglés). El desarrollo del Laboratorio Virtual para la Comprensión Lectora utiliza componentes multimedia denominados: Componentes de Aprendizaje Reusables Inteligentes Orientados a Objetos. El núcleo de este sistema está compuesto de varios submódulos que permiten crear diferentes tipos de materiales educativos didácticos de apoyo para la comprensión lectora, estos submódulos se agregan de manera a la plataforma de forma transparente al utilizar el patrón de diseño de software Modelo-Vista-Controlador (*Model-View-Controller*, MVC por sus siglas en inglés). Permitiendo a los profesores y estudiantes realizar prácticas remotas, reduciendo la elevada complejidad a los profesores para crear materiales educativos didácticos para la comprensión lectora de alta calidad bajo el paradigma de WBE.

**Palabras clave:** Comprensión Lectora, Componentes de Software, Patrones de Diseño, Materiales Educativos.

## 1 Introducción

La Web y la Internet han transformado a la sociedad con aplicaciones innovadoras para la comunicación. Surgiendo aplicaciones Web innovadoras en todos los campos del conocimiento humano, incluyendo a la educación, en sus orígenes de la Internet y la Web, las aplicaciones Web estaban muy limitadas, pero poco a poco fueron ganando un lugar importante en las estrategias de las diferentes empresas, organizaciones e instituciones. Las instituciones educativas poco a poco fueron viendo dos de sus ventajas sobresalientes: acceder a los contenidos desde cualquier parte del mundo, a cualquier hora donde se tenga una conexión a la Web; muchas instituciones educativas pronto vieron en la Web una manera de expandir sus espacios educativos de forma virtual, ya que lamentablemente muchas veces por cuestiones presupuestales no era posible hacerlo con nuevos espacios físicos para los estudiantes, debido a los elevados costos implicados. Una de las ventajas que muchas instituciones educativas han comenzado a descubrir es la posibilidad de personalizar los ambientes virtuales de aprendizaje para los estudiantes, permitiendo a los mismos avanzar a su propio ritmo. La educación tradicional después de la aparición de la Internet y la Web no volverán a ser las mismas, ya que se ha comenzado a transformar de manera ineludible al modelo educativo tradicional hacia nuevos paradigmas que han surgido en los últimos años.

Los estudiantes y profesores han comenzado a incorporar en sus procesos enseñanza/aprendizaje a las Tecnologías de la Información y Comunicación (*Information and Communication Technologies*, ICT por sus siglas en inglés), ante las ventajas que estas ofrecen, apoyándose cada vez más en las redes de computadoras en el aula, y por medio de diferentes dispositivos móviles, lo cual ha ido creciendo de manera importante a lo largo de los años, proporcionando una gran cantidad de contenidos que se originan desde la Web. La Web ha ido ganando en aceptación a lo largo de los años, permitiendo desarrollar aplicaciones Web innovadoras impensables hace algunos años, para la creación de herramientas de apoyo para el aprendizaje.

La comprensión de una lectura es posiblemente una de las habilidades más importante para un desarrollo exitoso de un estudiante en el contexto académico. Mucha de la información que manejamos diariamente es esencialmente a través de textos escritos [1]. El enfoque para el desarrollo de la comprensión lectora cambió alrededor de los años 70's. Antes de esta época se pensaba que los alumnos llegaban a la primaria

sin conocer la lengua escrita y con poco desarrollo en la expresión oral; que la lengua escrita se adquiriría cuando se lograba que los niños comprendiesen que cada fonema corresponde a una grafía y así fuesen capaces de descifrar un texto; que este proceso se producía en un lapso corto de tiempo alrededor de los seis o siete años de edad; y, finalmente, que la afirmación de la lectura en los años posteriores se daba mediante ejercicios de copia, repetición, dictado, descifrado de textos y respuesta a cuestionarios, todo ello complementado por la información gramatical que enseñaba el docente [2].

Desarrollar materiales educativos para comprensión lectora en particular con una estrategia de corto, mediano y largo plazo es desafiante, tanto para profesores como para organizaciones es desafiante, dado la gran cantidad de conocimientos técnicos que se necesitan, para ser aplicados a diferentes metodologías de comprensión lectora, la presente propuesta presenta una innovadora visión basada fundamentalmente en componentes de software y patrones de diseño de software, para presentar una plataforma que reduzca la elevada complejidad para desarrollar materiales educativos para comprensión lectora de alta calidad con una estrategia en el corto plazo, mediano y largo plazo, facilitando el mantenimiento de los diferentes materiales educativos a lo largo de su vida.

## 2 Estado del Arte

Existen diferentes estrategias para ayudar a comprender a los estudiantes mejor lo que leemos, enumerando a continuación alguna de estas estrategias: imágenes dentro del texto, realizar preguntas a lo largo del texto para comprender mejor la idea general, preguntas específicas para la idea concreta de algún párrafo, etc. Estas estrategias se desarrollan en materiales educativos didácticos del profesor, con la finalidad de apoyar a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje para la comprensión lectora, con el fin de mejorar en sus diferentes fases, a través de las lecturas.

Algunas estrategias para la comprensión lectora pero no las únicas son las siguientes [3]:

- Muestreo: el lector toma del texto palabras, imágenes o ideas que funcionan como índices para predecir el contenido,
- Predicción: podríamos decir que la predicción es la capacidad de la lectura para suponer lo que ocurrirá: cómo será un texto, cómo continuará o cómo puede acabar, haciendo uso de pistas gramaticales, lógicas o culturales. Las predicciones de una lectura pueden hacerse a partir de las imágenes, los títulos, subtítulos, colores, marcas, información, preguntas, etcétera,
- Anticipación: Aunque el estudiante no se lo proponga, mientras lee va haciendo anticipaciones de algún significado relacionado con el tema,
- Confirmación y autocorrección: las anticipaciones que hace un estudiante pueden ser acertadas/incorrectas, cuando son correctas coinciden con lo que realmente aparece en el texto, confirmándolas al continuar la lectura. Pero hay momentos en que la lectura muestra que la anticipación fue incorrecta, siendo necesario corregir.

Se han identificado fundamentalmente dos formas de concebir y desarrollar la comprensión lectora. La primera denominada comprensiva, se apega a los principios del enfoque comunicativo funcional de la lengua, promueve la interacción de los alumnos con distintos tipos de textos y enfatiza las actividades orientadas a la construcción de significados a partir de la lectura. La segunda se denomina procedimental, y se basa en los conocimientos intuitivos derivados de las situaciones de enseñanza sin un entendimiento claro en el proceso de adquisición y desarrollo de la comprensión lectora. En la práctica del mundo real el profesor combina ambas, debido a que los profesores utilizan distintos tipos de prácticas de acuerdo a las situaciones que enfrentan y los materiales educativos didácticos con los que cuenta. La comprensión lectora es un proceso que empieza a edades muy tempranas, y se extiende a lo largo de toda nuestra vida; también presupone la sociedad actual llena de estímulos escritos a los niños, éstos llegan a la escuela siendo hablantes competentes y con algún tipo de conocimiento e hipótesis sobre la lengua escrita; donde el descubrimiento de la correspondencia sonoro-gráfica es solamente el primer paso para dominar la lengua escrita; para que los alumnos encuentren el significado de lo que leen y puedan expresarse coherentemente por escrito, es necesario que desarrollen procesos intelectuales complejos a la par de reforzar y usar adecuadamente sus conocimientos sobre la lengua escrita [2].

Se puede ver que desarrollar materiales educativos didácticos en general para la Web, es un reto ya que involucra una gran cantidad de tecnologías Web, además de que se deben de considerarse estándares internacionales como: Aprendizaje Distribuido Avanzado (*Advanced Distributed Learning*, ADL por sus siglas en inglés) y su Modelo de Referencia de Objeto Contenido Compartido (*Sharable Content Object Reference Model*, SCORM por sus siglas en inglés) [4] y Consorcio de Aprendizaje Global - Sistema de Manejo Instruccional (*Instructional Management System Global Learning Consortium*, IMS GLC por sus siglas en inglés) [5]. Por lo anterior desarrollar materiales educativos didácticos para la Web para el área específica de comprensión lectora no es sencillo, y se debe de tener una estrategia de corto, mediano y largo plazo, en los aspectos técnicos y didácticos, siendo esta tarea desafiante no solo para los profesores, sino también para las instituciones educativas, la presente propuesta presenta una innovadora propuesta basada en componentes de software y patrones de diseño de software, para presentar una plataforma que reduzca la elevada complejidad para desarrollar materiales educativos para comprensión lectora de alta calidad con una estrategia en el corto plazo, mediano y largo plazo, que facilite el mantenimiento de los diferentes materiales educativos a lo largo de su vida.

La presente propuesta presentara en la primera parte una de plataforma para desarrollar materiales educativos didácticos para la Web para comprensión lectora, bajo el paradigma de Educación Basada en Web (*Web Based Education*, WBE por sus siglas en inglés) fundamentada en componentes de software para el desarrollo de materiales educativos didácticos para comprensión lectora. La segunda parte mostrara los resultados de la propuesta. Por último se mostrara la sección de conclusiones de la propuesta. En el aspecto de los alcances de la presente propuesta destacan los siguientes: es una herramienta de apoyo para profesor/alumno, la propuesta tiene un núcleo básico de funcionalidad y la propuesta usara el paradigma de Educación Basada en Web.

### 3 Metodología usada

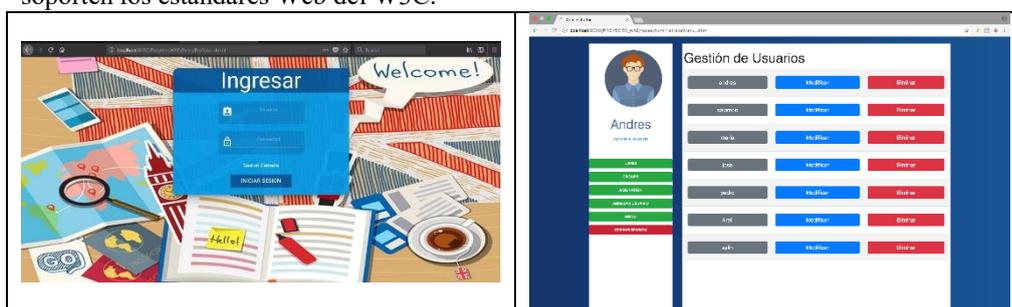
La estructura SCORM del estándar ADL, es ampliamente aceptada sobre la cual nos basamos para implementar los materiales educativos didácticos para la Web para el área de comprensión lectora. El nodo raíz SCORM se denomina <organization>, compuesta de un árbol de etiquetas <item> anidadas, únicamente los <item> hoja se les permite referenciar recursos. La etiqueta <resource> es una colección de referencias a recursos. Los asset es un bloque de construcción de recursos de aprendizaje, o una colección de otros assets. Un Objeto de Contenido Compartible (*Sharable Content Object*, SCO por sus siglas en inglés) es una colección de activos que representa un recurso de aprendizaje desplegable por el Ambiente en Tiempo de Ejecución (*Run-Time Environment*, RTE por sus siglas en inglés) basado en SCORM que se comunica con el Sistema Manejador de Aprendizaje (*Learning Management System*, LMS por sus siglas en inglés).

La estructura del lado del cliente tiene a los componentes Componentes Orientados a Objetos de Aprendizaje Reusables Inteligentes (*Intelligent Reusable Learning Components Object Oriented*, por sus siglas en inglés IRLCOO) [6-9], utilizan el patrón composición permite construir componentes complejos en base a componentes más simples. El componente de contenido/evaluación está conformado por tres componentes: Contenedor, Contenido/Evaluación, y Navegación; con la finalidad de separar contenido y navegación. Se utiliza también el patrón comando en los componentes para encapsular comportamientos en un objeto de comando portable, proporcionándonos flexibilidad y extensibilidad para el componente de Navegación. El patrón Método Plantilla en los componentes IRLCOO es usado para para redefinir el comportamiento entre clases a través de la herencia, permitiendo definir el comportamiento basado en la herencia, lo utilizamos para el componente de multimedia, redefiniendo el funcionamiento play() para los diferentes tipos de multimedia: imagen, sonido y video. Los componentes usan los estándares del Consorcio Web Mundial (*World Wide Web Consortium*, W3C por sus siglas en inglés) [10]: Lenguaje de Marcado de Híper Texto (*Hyper Text Markup Language*, HTML por sus siglas en inglés) 5 - Canvas, JavaScript, y Hojas de Estilo en Cascada (*Cascading Style Sheets*, CSS por sus siglas en inglés). Los patrones de diseño de software, aportan a la propuesta en términos generales optimizar el manejo del cambio a lo largo de la vida del proyecto de software.

Del lado del servidor, se implementó el patrón Modelo Vista Controlador (*Model View Controller*, MVC por sus siglas en inglés), la implementación de la propuesta utiliza Struts 2 [11] y Java Server Faces (JSF) [12], para la implementación de la herramienta de apoyo para materiales educativos didácticos de comprensión lectora. La propuesta utilizó Hibernate [13] para la persistencia de la base de datos de las aplicaciones Web, usando el Mapeado Objeto Relacional (*Object-Relational Mapping*, ORM por sus siglas en inglés), permitiéndonos manejar la lógica de negocios de la propuesta bajo el paradigma de Programación Orientada a Objetos (*Object Oriented Programming*, OOP por sus siglas en inglés). La implementación de la base de datos está implementada utilizando MySQL [14], la capa de persistencia de la aplicación permite almacenar y recuperar información de la aplicación en tiempo de ejecución. El complemento de la base de datos es una base de conocimientos, que complementa la capa de persistencia de la propuesta, basada en el modelo IEEE LTSC 1484 [15], la base de conocimientos se implementó utilizando el framework Jena [16], permitiéndonos procesar la información de manera semiautomática/automática, utilizando en nuestro caso la ontología denominada Amigo de un Amigo (*Friend Of A Friend*, FOAF por sus siglas en inglés) [17], la cual especifica las relaciones entre los usuarios de la propuesta. En propuestas anteriores hemos usado un módulo basado en agentes de software para el procesamiento semiautomático/automático de la información, permitiendo al profesor llevar a cabo tareas repetitivas de manera automática [9]. La propuesta tiene una capa de meta datos, que nos permite: editar el *imsmanifest.xml* ADL-SCORM, separar el contenido/navegación de los materiales educativos, y crear los archivos basados en el Marco de Trabajo de Descripción de Recurso (*Resource Description Framework*, RDF por sus siglas en inglés) [18] para la base de conocimientos. El archivo *imsmanifest.xml* es un estándar de SCORM/ADL que almacena la estructura del curso. En base al *imsmanifest.xml* se crean los archivos de configuración de los IRLCOO, que son componentes de contenido de aprendizaje que tienen las siguientes características: multimedia, interactividad y retroalimentación, que nos permiten llevar a cabo la composición y secuenciación dinámica. Por último el módulo RDF permite serializar en la base de conocimientos en base a la ontología FOAF.

## Resultados experimentales

Se han desarrollado varias aplicaciones Web como herramientas de apoyo, para materiales educativos didácticos bajo el paradigma WBE de Comprensión Lectora en idioma español e inglés, todas tienen en común los siguientes módulos: Login, Altas, Bajas y Cambios de Usuarios, Altas, Bajas, y Cambios de Ejercicios. La Figura 1 izquierda muestra el módulo de Login, mientras que en la parte derecha se tiene el módulo de Altas, Bajas y Cambios de Usuarios. Las Herramientas para materiales educativos didácticos para la Web de Comprensión Lectora para idioma español e inglés que desarrollamos están implementados bajo estándares del W3C usando tecnologías como: HTML 5, JavaScript, CSS, etc., con la finalidad de apegarnos lo más posibles a los estándares del W3C, reduciendo las dependencias de contexto propietarias, y posibilitando que los materiales educativos puedan correr sobre navegadores Web que soporten los estándares Web del W3C.

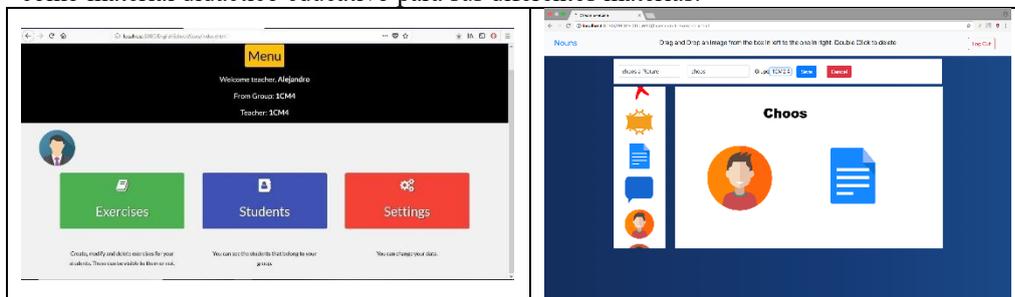


**Fig. 1.** Login y altas, bajas y cambios de usuarios de las aplicaciones Web de las herramientas de apoyo para crear materiales educativos didácticos para comprensión lectora.

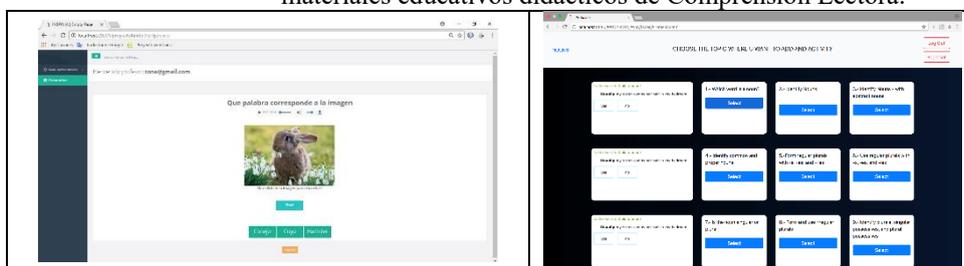
En la parte izquierda de la Figura 2 se muestra el módulo del Profesor donde puede administrar los ejercicios creados: altas, bajas y cambios de ejercicios; administrar a los estudiantes de cada grupo: altas, bajas y cambios de estudiantes; y por último puede configurar sus preferencias (Settings), dentro de la aplicación Web de la herramienta de apoyo para crear materiales educativos didácticos para la Web de comprensión lectora. Las diferentes aplicaciones Web implementadas buscaron que el profesor pudiera

crear sus materiales educativos didácticos de manera libre en la medida de lo posible. En la parte derecha de la Figura 2 de la aplicación Web se crean actividades de manera libre del tipo ordenar palabras, del lado izquierdo de esta se ve la barra de herramientas que le permite dibujar, agregar texto, e importar multimedios de manera dinámica al material educativo didáctico, un problema que tuvimos fue la parte de persistencia del Canvas – HTML 5, ya que este no tenía un método para guardar todo lo que se haya creado en el Canvas, una solución que se implemento fue utilizar la dependencia de contexto denominada Fabric.js [19], este marco de trabajo es de Licencia Pública General (*General Public License*, GPL por sus siglas en inglés), permitiéndonos manejar el Canvas de HTML 5 por medio de código escrito en JavaScript, entre las ventajas que nos ofreció destacan las siguientes: persistencia del canvas y soporte para Arrastrar y Soltar (Drag & Drop).

En parte izquierda de la Figura 3 se muestra un ejercicio comprensión lectora construido con las herramientas de apoyo, en la parte superior se pueden ver las instrucciones del profesor hacia el alumno, a continuación se puede ver que el profesor agrego un sonido al ejercicio, y más abajo una imagen que al hacer clic sobre la misma también permite reproducir el sonido, debajo de la imagen se puede ver un botón que le proporcionara al estudiante algún consejo para resolver la actividad, y por último se tienen tres botones agregados por el profesor con las opciones a elegir por parte del estudiante para resolver el ejercicio de comprensión lectora. En la parte derecha de la Figura 3 se muestran diferentes tipos de ejercicios para sustantivos (nouns) en inglés, permitiéndole al profesor crear diferentes tipos de reactivos como material didáctico educativo para sus diferentes materias.



**Fig. 2.** Módulo del profesor y editor de ejercicios tipo ordenar palabras de la herramienta de apoyo para materiales educativos didácticos de Comprensión Lectora.



**Fig. 3.** Ejercicio de comprensión lectora multimedia y diferentes tipos de ejercicios para sustantivos (nouns) en inglés de la herramienta de apoyo para materiales educativos didácticos de Comprensión Lectora.

## 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta utiliza estándares respaldados por el W3C como: HTML 5, Lenguaje de Marcado Extensible (eXtensible Markup Language, XML por sus siglas en inglés), CSS, y JavaScript, entre otros, ampliamente utilizados entre los desarrolladores Web, que permite que las aplicaciones Web desarrolladas puedan ejecutarse en diferentes sistemas operativos, independientemente del microprocesador que utilice la computadora, siempre y cuando el navegador Web soporte los estándares del W3C.

La presente propuesta mostro la integración de diferentes herramientas de apoyo para materiales educativos didácticos de comprensión lectora bajo en el paradigma de Educación Basada en Web,

compuestos con desarrollos propios, e integrados a la arquitectura de la presente propuesta de manera transparente gracias al patrón MVC del lado del servidor.

Es importante mencionar que los materiales educativos didácticos de comprensión lectora que creados con las diferentes herramientas de apoyo son dinámicos, y pueden configurarse de tal manera que los estudiantes los pueden modificar durante sus prácticas de laboratorio, registrando sus modificaciones respecto al modelo original, y estas modificaciones junto con sus anotaciones pueden ser revisadas por el profesor, generando experiencias multimedia interactivas más enriquecedoras, además de que los estudiantes pueden experimentar en tiempo real con diferentes tipos de ejercicios de comprensión lectora. La presente propuesta busca ser una herramienta de apoyo para los estudiantes de diferentes niveles educativos en el área de comprensión, con una visión de corto, mediano y largo plazo, al incorporar los patrones de diseño de software, los cuales nos permiten optimizar el manejo del cambio a lo largo de la vida de los proyectos de software.

La presente sigue un modelo basado en componentes de software que consideramos innovador, que busca desarrollar materiales educativos didácticos para comprensión lectora bajo el estándar SCORM/ADL como se explica a lo largo de la propuesta, utilizando estándares Web soportados por el W3C, el desarrollo de materiales educativos didácticos Web para el área de comprensión lectora no es sencillo como se puede ver en la presente propuesta, y para un profesor puede ser una tarea desafiante, mientras que para muchas instituciones educativas sus esfuerzos pueden resultar en lo que los expertos denominan como e-Reading, materiales educativos de solo lectura a través de la Web, con una visión de corto plazo, pero sin una visión de mediano y largo plazo. El modelo basado en componentes de software que hemos ido desarrollando a lo largo de los años en conjunto con los patrones de diseño de software, han reducido la complejidad del desarrollo de materiales educativos avanzados, multimedia interactivos, los materiales educativos didácticos basados en componentes de la presente propuesta, al dividirse en tres componentes principales: Contenedor, Contenidos y Navegación; separan los contenidos y la navegación basándose en el estándar SCORM/ADL, lo que permite reconfiguración dinámica, así como secuenciación dinámica de los mismos en tiempo de ejecución, lo que permite adaptarlo mejor a las necesidades de los estudiantes. Este modelo propuesto permite adaptarlos a nuevos escenarios y modelos educativos de mediano y largo plazo, sin tener que desarrollarlos nuevamente desde cero bajo nuevos requerimientos.

Hibernate facilita la migración de una base de datos a otra, y pone la lógica de negocios en un modelo orientado objetos, lo que ocasiona que mejore su mantenimiento a lo largo de la vida del proyecto. Además que en la propuesta se utilizó el patrón MVC para la propuesta, maximizando la reutilización de las partes del proyecto, y facilita el mantenimiento de la aplicación a lo largo de su vida.

La capa de persistencia tiene una base de datos complementada con una base de conocimientos, utilizando la ontología FOAF serializada por medio del framework JENA. Las tecnologías de Web semántica permiten desacoplar del modelo de conocimientos de las aplicaciones, mejorando la reutilización por parte de otras aplicaciones.

**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: 20182206 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] Centro de escritura y comprensión lectora. Universidad Externado de Colombia, URL: <https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2017/03/6.-Gu%C3%ADa-para-leer-mejor.pdf>.
- [2] Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación INEE, URL: [https://www.oei.es/historico/docentes/articulos/practicas\\_docentes\\_desarrollo\\_compreension\\_lectora\\_pri\\_maria\\_mexico.pdf](https://www.oei.es/historico/docentes/articulos/practicas_docentes_desarrollo_compreension_lectora_pri_maria_mexico.pdf).
- [3] Coordinación Estatal de Consejos Pedagógicos, URL: [http://www.seslp.gob.mx/pdf/compreension\\_lectora.pdf](http://www.seslp.gob.mx/pdf/compreension_lectora.pdf).
- [4] Advanced Distributed Learning Initiative, URL: <http://www.adlnet.org>.

- [5] Global IMS Learning Consortium, URL: <http://www.imsproject.org/>.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] W3C, URL: <http://www.w3.org/>.
- [11] Struts 2 - The Apache Software Foundation!, URL: <http://struts.apache.org/>.
- [12] Java Server Faces Technology - Oracle, URL: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javae/javaxserverfaces-139869.html>.
- [13] Hibernate. Everything data. – Hibernate, URL: <http://hibernate.org/>.
- [14] MySQL, URL: <https://www.mysql.com/>.
- [15] IEEE Learning Technology Standards Committee, URL: <http://ieee-sa.centraldesktop.com/lts/>.
- [16] Apache Jena - Home, URL: <http://jena.apache.org>.
- [17] The Friend of a Friend (FOAF) project | FOAF project, URL: <http://www.foaf-project.org/>.
- [18] RDF specification, URL: <http://www.w3.org/RDF/>.
- [19] Fabric.js Javascript Canvas Library, URL: <http://fabricjs.com/>.

# V. Educación en TI

# Las TIC en la Empresa

Mónica Elizabeth Sandoval Vallejo<sup>1</sup>, Nancy Katia Solís Castañeda<sup>2</sup>, Víctor Manuel Varela Rodríguez<sup>3</sup> y José Ricardo Chávez González<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nayarit, Campus Tepic; Ciudad de la Cultura Amado Nervo s/n. cp. 63000, monicas@uan.edu.mx

<sup>2</sup> Nova Southeastern University, Miami Florida. [nksc3004@hotmail.com](mailto:nksc3004@hotmail.com)

<sup>3</sup> Nova Southeastern University, Miami Florida, [victorman@hotmail.com](mailto:victorman@hotmail.com)

<sup>4</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas Campus Cd. Victoria, Mariano Matamoros s/n, zona centro, cp. 87000, jrchave@gmail.com

**Resumen.** Este trabajo retoma algunos resultados importantes que emanaron de una tesis de maestría en la UAN, y que pusieron de manifiesto la falta de implementación de las TIC en las MiPyMEs locales de Tepic, Nayarit. Estos resultados abren nuevas oportunidades para realizar una diversidad de investigaciones, en ese sentido es que se presenta este trabajo, puesto que paradójicamente mientras en el mundo crecen los negocios que se llevan a cabo en el ciber espacio y las empresas comercian de manera virtual, en Nayarit las MiPyMEs continúan trabajando de manera tradicional.

En este contexto vale la pena preguntar hasta qué punto en la actualidad los estudiantes de la Licenciatura en Informática están contribuyendo con sus conocimientos a que las empresas lleven a cabo acciones innovadoras para que las empresas sean más competitivas y que la sociedad viva mejor. Con este punto se esboza un próximo trabajo de investigación.

**Palabras clave:** e-Commerce, MIPYMES, comercio electrónico, tecnología de la información, competencias.

**Abstract.** This paper takes up some important results that emanated from a master's thesis at the UAN, and that showed the lack of implementation of ICT in the local MSMEs of Tepic, Nayarit. These results open up new opportunities to carry out a diversity of research, in this sense it is that this work is presented, since paradoxically while in the world grow the businesses that are carried out in the cyberspace and the companies trade in a virtual way, in Nayarit MSMEs continue to work in a traditional way.

In this context, it is worth asking to what extent students of the Computer Science Degree are currently contributing with their knowledge to companies carrying out innovative actions to make companies more competitive and for society to live better. With this point an upcoming research work is outlined.

**Keywords:** e-Commerce, MSMEs, electronic commerce, information technology, competences.

## 1 Introducción

El trabajo que se presenta pretende relacionar por una parte los resultados obtenidos en el desarrollo de una tesis de maestría acerca de la relación existente entre el comercio electrónico y las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) en la ciudad de Tepic, Nayarit y por la otra, con algunos temas que participan en la formación de los estudiantes de la Licenciatura en Informática de la Universidad Autónoma de Nayarit.

En la última década han surgido una serie de conceptos nuevos vinculados a las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), entre ellos la *e-Economía* que busca formas novedosas de hacer negocios; utilizando como herramienta de trabajo principal las TIC y una mayor funcionalidad en organización en las empresas. Esta nueva forma de actividad comercial pone de manifiesto que los conocimientos disciplinares no son islas solitarias, sino que en la actualidad para lograr acciones concretas, una diversidad de campos de estudio interactúan permanentemente.

Definitivamente es un campo de conocimiento en auge, cada día aparecen más investigaciones sobre TIC, empresas, negocios en la red, teletrabajo, competencias, educación, etc.

De ahí se desprende la importancia de que en las universidades se dé seguimiento a todos estos temas, ya que por una parte abre la perspectiva del docente y lo lleva a buscar más información, a formarse, a realizar investigaciones, a participar en espacios de difusión y a publicar. Todos estos resultados se verán reflejados en sus clases, al mejorar los contenidos, la manera de relacionarse con los estudiantes, las estrategias de enseñanza, entre otros aspectos, de manera que estén mejor preparados los estudiantes y futuros profesionistas y por la otra parte; ayudará a que las unidades académicas se conviertan en un polo de atracción al que se sumaran otros académicos, así como estudiantes, instituciones públicas y privadas, de manera que se adquiera la categoría de experto en determinados temas y se convierta en un referente obligado de consulta y trabajo.

## 2 Estado del Arte

A decir de Figueroa [1], una de las consecuencias de la globalización ha sido el desarrollo de capacidades de adaptación por parte de las pequeñas y medianas empresas, ya que la forma de hacer negocios y los medios que utilizan para ser más competitivos han cambiado fuertemente. Por su Porter [2] sostiene que las empresas siempre buscan permanecer en el mercado y tener una alta rentabilidad, por lo que las empresas deben desarrollar ventajas competitivas, una estrategia para lograrlo puede ser la disminución de costos y para ello existe una diversidad de acciones.

Actualmente, es un hecho que las empresas tienen un gran interés en el comercio electrónico, ya que entre sus ventajas se encuentra la disminución de costos y el aumento de ventas, de ahí que, si las empresas no utilizan la Innovación Tecnológica (IT) como mecanismo de impulso a la competitividad, la misma IT se puede convertir en una amenaza para la empresa [3].

Hoy en día las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs), cada vez hacen más uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en sus actividades cotidianas, el comercio electrónico está considerado como una herramienta de apoyo para expandir y agilizar la comercialización, distribuir más rápido cualquier servicio o mercancía y generar un vínculo de cercanía con los clientes de todas partes del mundo. Para la Alianza Global de Negocios (2000) el comercio electrónico es un proceso que integra todos los servicios que involucren el traspaso de información, productos, servicios o pagos por vía de redes electrónicas, incluyendo el uso de comunicaciones electrónicas como medio para publicitar e intercambiar bienes y servicios con un valor económico determinado [1].

Es así que Malhorta [2] reconoce que al finalizar el siglo veinte la tecnología de la información (TI), se convirtió en una herramienta de ventaja competitiva. Al considerar la información como un servicio público aunado al auge del internet, aparece el *e-Commerce* como un factor vital de los negocios y en actividades de TI. A decir de Lombardero [4], el internet propicia la especialización de las empresas, ya que desarrollan redes interorganizacionales en donde las TIC son elementos fundamentales de coordinación y control de las actividades de la empresa, estas redes funcionan como mecanismos de coordinación entre el mercado y la organización, por lo tanto, operan como estrategias de cooperación.

El objetivo del *e-Commerce* es disminuir costos de los productos y servicio al tiempo que se mejora la calidad así como los tiempos de respuesta del cliente, además de agilizar el proceso de suministro para reducir los ciclos de producción. En todo el desarrollo del *e-Commerce* intervienen diversas disciplinas en áreas técnicas, como: seguridad, almacenamiento, redes de telecomunicación, al igual que en otras áreas administrativas como negocios, mercadotecnia, compras, facturación, abastecimiento, pagos, y en aspectos del área legal como: propiedad intelectual, privacidad de la información, impuestos, acuerdos legales y contractuales. Como se observa, se incluyen tanto procesos internos de la organización como aspectos de la cadena de valor. Sin embargo, Guerrero y Rivas [3] plantean una definición breve y clara, consideran el *e-Commerce* como un caso específico de *e-Business* que representa cualquier actividad de negocios que hace uso de Internet con la intención de transformar las relaciones comerciales y encontrar nuevas oportunidades de mercado, dentro de una economía interconectada.

De acuerdo con Schneider citado por [5], así como el comercio electrónico aumenta las oportunidades de ventas para el vendedor, también aumenta las posibilidades de compra para el comprador, ya que las empresas pueden llegar a utilizar el comercio electrónico para identificar nuevos proveedores o socios comerciales y así poder hacer más competitiva su empresa o negocio.

Se resalta el aporte de Lombardero [4], ya que menciona que entre las fuentes de valor que el Internet le aporta a las empresas, se encuentra:

a) la facilidad para promocionar productos o servicios a la empresa de forma global y reduciendo los costes.

b) la disminución del tiempo que se requiere para comercializar el producto o servicio; es decir, el tiempo de llegada al mercado.

c) la promoción del aprendizaje tecnológico y organizativo de manera fácil.

d) la variación de las características de los productos o servicios al mismo tiempo que hace posible la entrada a nuevos negocios.

Además de que facilita el desarrollo de organizaciones en red virtuales o de teletrabajo.

Valdés y Sánchez [6], sostienen que las MiPyMEs en México deben transitar a modelos innovadores para modificar su participación en el desafío que presenta la competitividad, además como organizaciones básicas en el tejido productivo y empresarial deben reforzar la adaptabilidad, modernizarse, trabajar en la innovación de productos e invertir en tecnología y estrategias. Como un dato interesante, las MiPyMEs representan aproximadamente el 90% de las empresas existentes en el mundo, empleando al 50% de las personas que trabajan y que generan el 50% del Producto Interno Bruto del mundo (PIB).

Por su parte [1], muestra que según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2012, en México existían aproximadamente 4 millones 400 mil unidades empresariales, de las cuales el 99.8% eran Pymes que generaron el 52% del PIB y 72% del empleo de México.

La Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE) 2015 señala algunas variaciones, ya que el 75.4% del total de personal ocupado se encuentra en las microempresas y constituyen el 97.6% del total de empresas registradas, las empresas pequeñas, que son un 2% y tienen el 13.5% del personal ocupado, y las medianas representan 0.4% de las unidades económicas y tienen poco más del 11% de los ocupados.

Coincidentemente, la Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (Condusef) en 2017 sostuvo que en México las MiPyMEs generan el 52% del PIB y el 72% del empleo; en lo que respecta a la generación de empleo; de manera desglosada se presenta como sigue: 4.1 millones de microempresas aportan el 41.8 % del empleo total, 174,800 pequeñas empresas constituyen el 15.3% del total del empleo, las medianas empresas suman 34,960 y aportan el 15.9% del empleo general. Por estas razones las MiPyMEs son consideradas como el principal motor de la economía.

Para Paredes [7], es de suma importancia conocer la clasificación de las empresas, ya que las medidas de crecimiento e inversión que tomen los empresarios deben corresponder al tamaño de la misma, por lo que presenta la table 1 con la clasificación de las PyMEs en México con datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística en 2016.

Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de ventas (mdp)	Tope máximo combinado
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$1 00	93
Pequeña	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$1 00	95
	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta 250	235
Mediana	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta 250	250

**Tabla 1.** Clasificación de las PyMEs. Fuente: Paredes (2018).

Aunque no existe un criterio universalmente consensuado, uno muy utilizado para su clasificación es el que se refiere al número de trabajadores empleados y a los ingresos por ventas, Ruiz [8]. En cada país y en cada época se han generado diversas clasificaciones utilizando diversos criterios; tales como la cantidad de personal, de ingresos, el uso de tecnología, el destino del mercado, los aspectos legales, las estadísticas, etc.

Como se observa, el registro de MiPyMEs, su participación en la economía y su clasificación son temas dinámicos, ya que se encuentra siempre en movimiento; la empresa en sí misma es un ente en constante evolución, otra muestra de ello es la búsqueda permanente por tener estrategias que favorezcan el aumento de ingresos y la relación con los clientes, entre ellas el comercio electrónico.

“En los últimos años, las compras efectuadas por internautas mexicanos a través de internet tuvieron un crecimiento más que sobresaliente. De acuerdo con cifras reportadas por el Banco de México, de enero a septiembre de 2017 se realizaron 118.1 millones de compras autorizadas en comercio electrónico, un récord en comparación con las 82.4 millones efectuadas en todo el 2016”. “Asimismo, el 42% correspondió a personas con empleo de tiempo completo y fueron los teléfonos inteligentes los dispositivos móviles más usados para la compra en línea”. CONDUCEF (2017).

### 3 Descripción de la metodología usada en el trabajo base

En 2016 se presentó la tesis “El comercio electrónico en las MiPyMES comerciales de Tepic, Nayarit” en la maestría de Desarrollo Económico Local de la Universidad Autónoma de Nayarit, ya que sigue vigente la importancia de conocer lo que hacen las empresas como acciones innovadoras para mejorar la competitividad a partir de las TIC, específicamente en el comercio electrónico. A ese trabajo de tesis se le denominará trabajo base y metodológicamente consistió en un trabajo de investigación planteado con un enfoque cuantitativo-cualitativo, de tipo exploratorio con un alcance descriptivo y transversal [9].

El objetivo de la tesis fue determinar cuáles eran las prácticas de comercio electrónico que tenían predominio en las 147 MiPyMEs en Tepic, Nayarit, (134 microempresas, 9 pequeñas empresas y 4 medianas empresas). La tesista trabajó con una encuesta semiestructurada de 39 preguntas y un apartado abierto para comentarios, dividida en cinco partes:

1. Datos generales de la empresa (antigüedad, número de empleados, número de empleados registrados con seguridad social, capacitación al ingreso, registro ante la SHCP, empresa familiar, giro).
2. Datos del gerente o dueño de la empresa (sexo, edad, nivel de estudios, correo electrónico, contacto de whatsapp, perfil de Facebook, cuenta de twitter, internet móvil, otros medios de contacto).
3. Datos acerca del uso de Internet en la empresa (Conexión a Internet, actividades realizadas mediante internet, sitio web, redes sociales, contacto de whatsapp, correo electrónico, ventas por internet, frecuencia de ventas, compras por Internet, tipos de publicidad y nivel de ventas).
4. Datos acerca del comercio electrónico (conocimientos sobre él, disposición para implementarlo, nivel de aceptación, implementación, beneficios percibidos, utilidad, factibilidad de uso y riesgos percibidos).
5. Comentarios

Para obtener datos en punto 4 de la encuesta, se utilizó la escala de Likert y se validó mediante el coeficiente de alfa Cronbach.

#### 3.1 Aplicación de los resultados del trabajo base

Hasta aquí se esboza la metodología que fue utilizada para la investigación de la tesis considerada como trabajo base. Para la realización del presente trabajo, solamente se tomaran en cuenta los resultados obtenidos en la tesis [9]. acerca de las fases 4 y 5; para realizar un análisis de los mismos en términos del uso de TIC en las empresas. A continuación se muestra el nivel educativo con respecto al número y tamaño de las MiPyMEs, así como los resultados porcentuales del uso de Internet y la actividad que desarrolla en el comercio electrónico.

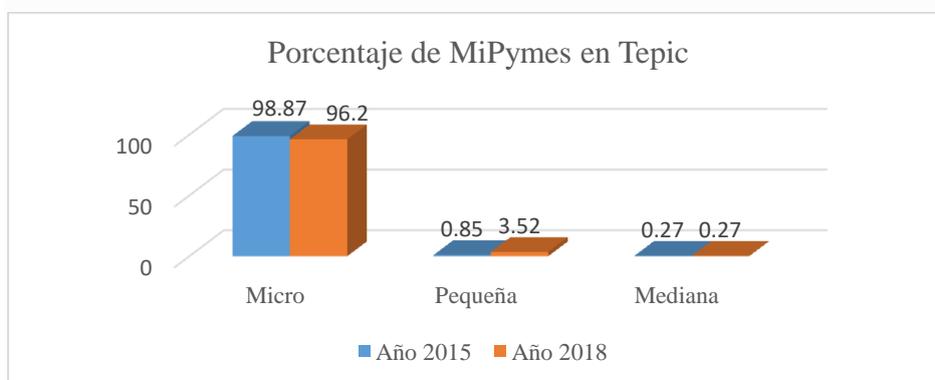
Nivel educativo	Microempresa	Empresa pequeña	Empresa mediana
Licenciatura y/o Posgrado	60.44	67	75
Media superior/o Carrera Técnica	26.87	33	25
Básico	8.21	-	-

**Tabla 2.** Porcentaje del nivel educativo de los gerentes y/o dueños de las MiPyMEs Fuente: Elaboración propia con datos de [9].

Fase 3 y 4 Uso de Internet en la empresa y Comercio electrónico	
Porcentaje de respuesta de las	Respuestas de las MiPyMEs

MiPyMEs		
21.09	Como prioridad utiliza Facebook para hacer publicidad	
13.61	Como prioridad utiliza la web para hacer publicidad	
32.65	Si hacen compras por Internet	
31.97	Si hacen ventas por Internet	
31.29	Definitivamente si es útil vender a través de Internet	
21.09	Definitivamente si es útil comprar a través de Internet	
65.99	Definitivamente si es útil la publicidad por Internet	
39.45	No dudan del uso adecuado del comercio electrónico	
78.91	Definitivamente les preocupa la seguridad en las compras por Internet	
93.88	Definitivamente si tienen disposición a conocer más sobre comercio electrónico	
<b>Comentarios</b>		
Negativo	Empresa mediana dedicada a la venta de ropa y accesorios de dama.	Se implementó una estrategia de venta y publicidad por internet durante año y medio, pero no tuvo éxito, no se recuperó la inversión en equipo.
Positivo	Microempresa dedicada a la venta de persianas.	Utiliza video-marketing y administra redes sociales para publicitar el negocio, para que la publicidad por internet sea exitosa es importante conocer muy bien quién es el cliente.
Positivo	Microempresa dedicada a la venta de sillas y mesas.	El 70% de la venta se inicia por Internet, pero no se concretan virtualmente porque el sitio web no tiene opción para realizar transacciones bancarias.
Positivo	Microempresa dedicada a la floristería para eventos.	Ofrece sus arreglos en su página Web y Facebook, pueden ser pagados por depósito bancario o PayPal, pagan para aparecer en las primeras búsquedas de Google.

**Tabla 3.** Algunos resultados de la tesis “El comercio electrónico en las MiPyMES comerciales de Tepic, Nayarit”.  
Fuente: Elaboración propia con datos de [9].



**Gráfica 1.** Porcentaje de MiPyMES en Tepic, Nayarit. Comparativo 2015-2108. Fuente: SIEM [10].

Como se observa en la gráfica, el porcentaje de microempresas ha disminuido en tres años, esto se ve reflejado en un aumento en el porcentaje de empresas pequeñas, las empresas medianas permanecen constantes

#### 4 Resultados experimentales

Con los resultados que se obtuvieron del trabajo de tesis de Arianna Beltrán, es evidente que la tabla 2 muestra que la formación profesional de los empresario o gerentes de las MiPyMEs es alta, de ahí que exista coincidencia con lo expresado Lombardeo [4], “los cambios en el entorno empresarial llevan a cambios en las competencias” y menciona que las competencias esenciales de la empresa son las a)

competencias de origen tecnológico; referidas a los saberes y experiencias de las empresas en manejo de un conjunto variado de tecnologías, de los procesos de producción y comercialización en la cadena de valor; b) competencias de carácter organizativo, las que incorporan procesos de acción y dirección de la organización, comprende a individuos y a grupos; c) competencias conductuales, integra valores, cultura, actitudes de los miembros de la organización, tanto en el ambiente interno como externo.

De los resultados de la tabla 3 se pueden inferir algunas cuestiones que le dan peso a lo que [11], sostiene “Las nuevas tecnologías de la comunicación representan, una oportunidad de cambio en las formas y en procedimientos de interacción social y de acceso a la información”, por lo que se hace evidente la posibilidad de que las empresas transiten hacia el *cloud*, Torres [12], los servicios de computación y almacenamiento que brindan le darán la oportunidad a empresas pequeñas de competir con empresas de otros tamaños en las mismas condiciones tecnológicas.

Adicionalmente es importante utilizar las redes sociales de manera asertiva, a decir de Oppenheimer [13], para crear una cultura de innovación que incentive la creatividad y el emprendurismo, los medios de comunicación masiva y las redes sociales ayudan generando entusiasmo colectivo.

El hecho de que el 68.03% de las MyPiMEs no realice ventas por comercio electrónico, se magnifica debido a que se consideran como el motor más importante de la economía, por otra parte, tal como se muestra en el gráfico 1, en el transcurso del tiempo las MyPiMEs no tienden a desaparecer, solo se reconfiguran.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

A manera de conclusión; este trabajo solo es un esbozo del entorno en el que se están moviendo las empresas y de la diferencia que la incorporación de las TIC está marcando; en ese sentido el panorama de las instituciones de educación superior es muy claro, se debe volver la mirada hacia los sectores social y productivo, es de suma importancia revisar los mapas curriculares de los programas académicos, especialmente del área de informática, ya que en el caso de las TIC, el desarrollo es tan acelerado que los contenidos se vuelven obsoletos rápidamente.

De ahí que las estrategias que se utilizan para la formación integral de los estudiantes son fundamentales, además que las competencias a desarrollar deben estar perfectamente identificadas por los docentes para estar en condiciones de guiar a los estudiantes hacia el aprendizaje de una gama de conocimientos amplios y variados; no solamente en saberes técnicos de la disciplina, sino también en competencias blandas que les permitan al ser profesionistas y se incorporen a la dinámica del mundo laboral globalizado, sean capaces de emprender, de innovar, de ser autogestores, de crear, de transformar, de ser líderes y sobre todo de pensar.

El éxito o el fracaso de quienes egresan de las aulas universitarias ponen de manifiesto no solamente la calidad de su formación, sino también la capacidad de las universidades para responder a las nuevas demandas del mundo.

Este trabajo es el inicio de un proyecto que aspira entre otros fines a realizar un diagnóstico de las competencias que se están formando en los estudiantes de la licenciatura de Informática de la Universidad Autónoma de Nayarit, además de identificar las que no se están desarrollando y que son solicitadas por la realidad actual de las empresas. La incorporación futura al mercado laboral de las próximas generaciones es incierta y no depende solamente de la formación disciplinar, también obedecerá a las posibilidades que tengan de manera individual o colectiva de integrarse como empleados, asesores, creadores, empresarios, etcétera. Reflexionar sobre lo que se enseña va más allá de lo aprendido por el estudiante, hoy en día los futuros profesionistas deben comprender que todo lo aprendido en la universidad es solamente el cimiento en la construcción de su propio conocimiento y que la formación académica no termina con el egreso, solo es el inicio de un viaje sin fin y esa situación se debe en gran parte a las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

## Referencias

- [1] Figueroa, E. (2015). Rentabilidad y uso de comercio electrónico en las micro, pequeñas y medianas empresas del sector comercial. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4981/498150319017.pdf>

- [2] Porter, M. E. (2009). *Estrategia competitiva: técnicas para analizar la industria y la competencia*. España. Pirámide.
- [3] Guerrero, R. y Rivas, L. (2005). Comercio electrónico en México: propuesta de un modelo conceptual aplicado a las PyMEs. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/654/65415104.pdf> [4] Lombardero, L. (2016). *Trabajar en la era digital*. España. LID.
- [5] Torres, D. (2012). *Comercio electrónico*. Recuperado de <http://www.eumed.net/ce/2012/tcgz.pdf>
- [6] Valdés, J. y Sánchez, G. (2012). *Las MIPYMES en el contexto mundial, sus particularidades en México*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2110/211026873005.pdf>
- [7] Paredes, J. (2018). *Si eres empresario, seguramente esto te va a interesar. Averigua cuál es la clasificación de las PyMEs en México y aprovecha su magnitud para hacer una buena inversión; evita además los errores que comúnmente cometen los empresarios al invertir en una PyME*. Recuperado de <http://www.opencap.mx/cual-es-la-clasificacion-de-las-pymes/>
- [8] Ruiz, H. (2017). *La estratificación de la micro, pequeña y mediana empresa en México (MIPYMES)*. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2017/desarrollo-empresarial/53-la-estratificacion-de-la-micro-empresa.pdf>
- [9] Beltrán, A. (2016). Tesis no publicada de Maestría en Desarrollo Económico Local “*El comercio electrónico en las MiPyMEs comerciales de Tepic, Nayarit*”. Recuperada de <http://bibliotecas.uan.mx/index.php/maestria-en-desarrollo-economico-local/item/5661-ei-comercio-electronico-en-las-mipymes-comerciales-de-tepic-nayarit>
- [10] Sistema de Información Empresarial Mexicano Digital (SIEM Digital) (2018). Recuperado de <https://www.siem.gob.mx/>
- [11] Pons, J. (2010). Universidad y sociedad del conocimiento. Las competencias informacionales y digitales. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/p/149475/>
- [12] Torres, J. (2011). *Empresas en la nube*. España. Libros de Cabecera
- [13] Oppenheimer, A. (2014). *Crear o morir*. México. Debate

# Implementación de un Modelo de Gestión de Conocimiento Matemático en la Educación

Yobani Martínez-Ramírez<sup>1</sup> Alan Ramírez-Noriega<sup>1</sup> Sergio Miranda-Mondaca<sup>1</sup> María del Consuelo Cortes-Velázquez<sup>2</sup> y Adalberto López-López<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Mochis - Universidad Autónoma de Sinaloa - Sinaloa, México.  
{yobani, alandramireznoriega, smirandamondaca}@uas.edu.mx

<sup>2</sup> Centro Universitario de la Costa - Universidad de Guadalajara - Jalisco, México.  
consuelo.cortes@cuc.udg.mx

<sup>3</sup> Facultad de Estudios Superiores Acatlán División de Matemáticas e Ingeniería - Universidad Nacional Autónoma de México – Estado de México, México.  
lopezla@unam.mx

**Resumen.** Los modelos de gestión de conocimiento (GC) proporcionan una comprensión más clara de los procesos de transformación del conocimiento en una institución. En este artículo se propone la adaptación del modelo socialización-externalización-combinación-interiorización (SECI) de GC para la generación de conocimiento formal entre los docentes expertos del área de matemáticas. Así, se presenta la implementación de un modelo funcional de GC matemático. A través de este modelo se pudieron generar 79 casos de soluciones de problemas matemáticos (SolProMat) de sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas (S2e2x) del álgebra lineal (AL). No obstante, surge un nuevo reto el desarrollo de un sistema de GC matemático en la educación que facilite la implementación del modelo.

**Palabras Clave:** Modelo SECI, Gestión de Conocimiento Matemático, Educación, Implementación.

**Abstract.** Knowledge Management (KM) models provide a clear understanding of the processes of knowledge transformation in an institution. In this article, we propose the adaptation of KM's Socialization-Externalization-Combination-Internalization (SECI) model for the generation of formal knowledge among expert teachers in the area of mathematics. Thus, the article presents the implementation of a mathematical KM functional model. Through this model, 79 cases of solutions of mathematical problems of systems of two equations with two variables were generated. However, a new challenge arises, the development of a mathematical KM system in education that facilitates the implementation of the model.

**Keywords:** SECI Model, Mathematical Knowledge Management, Education, Implementation.

## 1 Introducción

Las escuelas, al igual que la mayoría de las organizaciones, deben aprender y adquirir conocimientos para mejorar la competencia de los docentes. La gestión de conocimiento (GC) puede ser utilizada como una estrategia por las escuelas para mejorar el rendimiento competitivo y puede facilitar el manejo del conocimiento de los docentes [1].

En la educación, la GC no solo proporciona una plataforma para que los docentes discutan diferentes ideas para enseñar y publicar recursos para el aprendizaje de los estudiantes, sino que también conserva la experiencia de maestros experimentados, aumenta su efectividad en términos de rendimiento de enseñanza y aprendizaje, apoya el desarrollo de una comunidad de conocimiento en las escuelas, y fomenta la cultura del aprendizaje [2].

Un conocimiento valioso en educación en el campo de las ingenierías es el conocimiento matemático, dado que proporciona las bases para la comprensión de áreas más complejas. La adecuada gestión de este conocimiento para su posterior explotación puede ayudar para que este conocimiento sea conservado y aplicado por usuarios poco experimentados en la solución de problemas matemáticos (SolProMat).

En el contexto educativo, la GC matemático consiste en desarrollar nuevas y mejores formas de administrar el conocimiento matemático utilizando sofisticadas herramientas de software, se espera que sirva a educadores que enseñan y a estudiantes que aprenden matemáticas [3].

De acuerdo con [4] la aplicación de la GC en la educación es un concepto nuevo; por lo tanto, se necesita un modelo de GC que ayude a conceptualizar los elementos dispares de una manera que conduzca a una comprensión más profunda del proceso de conocimiento en la organización escolar e identificar los procesos clave. La aplicación de este modelo en el área matemática puede contribuir en el aprovechamiento del conocimiento matemático generado por el docente, para conservar su experiencia y mejorar el rendimiento del estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En esta propuesta se explora la implementación de un modelo de GC en el área matemática que permite identificar los procesos de creación del conocimiento matemático.

## **2 Estado del Arte**

### **2.1 Conocimiento, Gestión de Conocimiento y Modelo**

El conocimiento es uno de los activos más importantes en una organización escolar y es fundamental para su sostenibilidad [4]. Según [5] el conocimiento individual o colectivo en una organización es su capital intelectual y puede utilizarse para obtener una ventaja competitiva. De acuerdo con [6] el conocimiento es información combinada con la experiencia, el contexto, la interpretación y la reflexión.

En [7] se identifican dos tipos de conocimiento: (a) el conocimiento explícito es el conocimiento que se puede transmitir en un lenguaje formal y sistemático, es más preciso y formal pero sin considerar el contexto original donde fue creado; (b) el conocimiento tácito es el conocimiento personal difícil de formalizar y comunicar, se entiende y se aplica subconscientemente, desarrollado a partir de la experiencia y la acción directa, se comunica a través de la conversación informal y la experiencia compartida.

La GC es considerada en gran medida como un proceso que incluye al menos cuatro procesos básicos [8]: (a) creación; (b) almacenamiento/recuperación; (c) transferencia; y (d) aplicación del conocimiento. Estos procesos principales pueden subdividirse, por ejemplo, en la creación de conocimiento interno, la adquisición de conocimiento externo, el almacenamiento del conocimiento en documentos, así como la actualización y el intercambio de conocimientos de manera interna y externa.

En el ámbito educativo, la GC se puede conceptualizar como las actividades de gestión estratégica que ayudan a los docentes a recopilar información o utilizar los recursos de conocimiento de la institución para llevar a cabo su enseñanza y tareas de manera efectiva [4]. En las organizaciones, el conocimiento a menudo se integra no solo en documentos o repositorios sino también en rutinas, prácticas y procesos [9].

El modelo SECI [7] de GC es un proceso de creación del conocimiento que considera cuatro mecanismos de conversión denominados: (a) socialización es el proceso por medio del cual se comparte conocimiento tácito entre individuos; (b) exteriorización involucra la expresión del conocimiento tácito y su translación hacia formas comprensibles que pueden ser entendidas por otros; (c) combinación involucra la conversión de conocimiento explícito en conjuntos complejos del mismo; y (d) interiorización es el mecanismo por medio del cual el conocimiento explícito se vuelve tácito.

En el área de la matemática, la GC presenta varios retos entre los más relevantes se encuentra la búsqueda de conocimiento matemático, la recuperación de conocimiento matemático y la creación de bancos de conocimientos de matemáticas formales [10].

### **2.2 Trabajo relacionado**

En [4] se presentó una investigación que hace uso del modelo SECI para explicar cómo los docentes comparten conocimiento tácito y explícito a través del estudio de una lección. El estudio de una lección buscó que los maestros colaboren entre sí para crear lecciones de clase efectivas y también para mejorar su práctica docente. El estudio de una lección se basa en un método de desarrollo profesional aplicado por los docentes en Japón.

En [11] se presentó un estudio de caso que tiene como objetivo capacitar a los docentes mediante el uso del modelo SECI. Se parte de la idea que bajo este modelo es posible proporcionarle habilidades y experiencias al docente. El estudio reveló que el proceso de socialización tiene un mayor efecto en la transferencia de conocimiento entre docentes. Este hallazgo reveló la naturaleza tácita del conocimiento y el aprendizaje social como el mejor mecanismo de transmisión de conocimiento.

En [12] se presentó un modelo empírico para la implementación de la GC y mejorar el capital intelectual escolar. El modelo combina la estrategia de la personalización y la codificación del

conocimiento cuyo objetivo es apoyar el desarrollo de las competencias profesionales de los docentes. El estudio proporcionó un marco de trabajo para aprovechar el conocimiento y capitalizar el conocimiento intelectual de la institución.

En [13] se presentó un estudio de caso donde se aplica el modelo SECI, a fin de explorar el proceso de transferencia y creación de conocimiento de una institución educativa. El estudio revela que la interacción mutua y el intercambio de conocimiento entre los miembros de la organización fortalecen la organización y las habilidades de enseñanza de los docentes.

### **3 Metodología**

En esta sección se plantea la adopción del modelo SECI [7] de GC para implementar un proceso formal en la construcción, codificación y almacenamiento de conocimiento matemático para las instituciones de educación superior. Este modelo se ha aplicado para examinar el proceso de conocimiento en organizaciones educativas [4, 11, 13], pero no en el área matemática.

#### **3.1 Modelo de Gestión de Conocimiento en el Área Matemática**

La generación de conocimiento matemático entre los docentes de una institución implica un proceso dinámico. Si se considera la SolProMat como el punto de partida en la construcción de conocimiento matemático los pasos inmersos son los siguientes: (1) describir un problema; (2) definir un plan de solución; (3) enseñar y observar a los estudiantes; (4) evaluar y reflexionar sobre el efecto del aprendizaje; (5) revisar posibles cambios en 2 para mejorar el efecto; (6) repetir 3 por segunda vez; (7) repetir 4 por segunda vez; (8) compartir resultados.

A continuación se analizan los mecanismos del modelo SECI [7] de GC y la manera como los mecanismos intervienen en la construcción de conocimiento matemático. La implementación del modelo considera el hecho que cada docente tiene conocimiento matemático que desea compartir con otros docentes. En la Fig. 1 se muestra la adaptación del modelo SECI [7] de GC como base para la propuesta de un modelo GC Matemático en la Educación.

En el mecanismo de socialización (tácito a tácito) el conocimiento pedagógico en la SolProMat se socializa para mejorar la práctica docente. Como resultado, se mejora la capacidad de resolución de problemas debido a que el conocimiento tácito se encuentra en los docentes expertos en el área matemática, este se adquiere a través de la participación del docente, se reproduce y se encuentra en una continua negociación. En esta participación el conocimiento tácito se extrae mediante la socialización y se emplea la discusión y la colaboración en su construcción.

Por otra parte, en el mecanismo de exteriorización (tácito a explícito) al docente experto en el área matemática se le anima a reflexionar sobre lo aprendido, así su conocimiento tácito se convierte en conocimiento explícito que puede ser transferible hacia los demás. Esta experiencia se escribe en un caso (documento que habla de un problema y su solución) que pasa a formar parte de la base de conocimiento que puede ser compartida por la institución. Por tanto, el conocimiento con contenido pedagógico referente a la SolProMat se codifica en la forma de un caso (documento) que sirve como guía para resolver problemas.

Luego en el mecanismo de combinación (explícito a explícito) se mezclan diferentes soluciones explícitas de un mismo problema para llegar a un plan de mejora en la SolProMat. Los docentes expertos en el área matemática combinan la comprensión conceptual de la solución de un problema para llegar a un plan de solución mejorado. Esta combinación de conocimiento explícito permite a los docentes hacer frente a las dificultades de aprendizaje del estudiante con el desarrollo de una estrategia mejorada la cual es almacenada en un caso (documento).



Fig 2. Modelo de GC Matemático en Educación (Fuente: adaptado de [7]).

Finalmente, en el mecanismo de interiorización se retoma un plan de solución mejorado y se aplica en la SolProMat. El plan de solución lleva de manera implícita contenido pedagógico que mejora la capacidad de resolución de un problema. Este proceso de interiorización transfiere conocimiento explícito del grupo de docentes expertos en el área matemática de la institución al individuo. Cuando se aplica el conocimiento compartido (conocimiento explícito) se internaliza para convertirse en conocimiento tácito, es decir, en conocimiento personal.

### 3.2 Implementación

El modelo se aplicó para la generación de conocimiento matemático en una institución pública educativa. Los usuarios fueron diez docentes del área matemática y un administrador de dominio para el registro del conocimiento. Se seleccionó la materia de álgebra lineal (AL) dado que los docentes han impartido la materia. Esta asignatura se cursa en diferentes licenciaturas de las ingenierías, y en este estudio de caso, presenta un alto índice de reprobación.

Por otra parte, la mayor parte de los docentes seleccionados se encontraban próximos a jubilarse por lo que tenían experiencia docente. El estudio de caso se acoto para la SolProMat de sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas (S2e2x) del AL.

A continuación se describe la implementación del modelo en el estudio de caso con los mecanismos que permitieron la construcción de conocimiento matemático por los docentes expertos. En la Fig. 2 se muestra la implementación del modelo funcional de GC matemático.

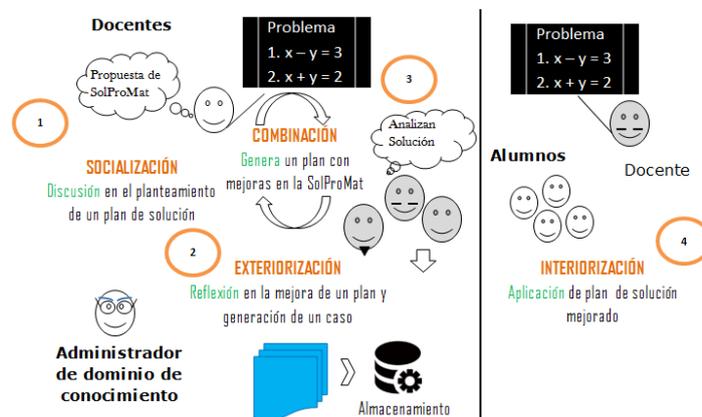


Fig 2. Modelo Funcional de GC Matemático (Fuente: Propia).

En el mecanismo de socialización se planteó un problema matemático de un S2e2x del curso de AL por un docente experto y realizó una presentación donde detalló el plan de solución que implementa. Posteriormente, los docentes reflexionaron sobre el plan de solución y sugirieron mejoras. Luego, un segundo docente considerando las mejoras, propuso cambios al plan de solución. Este proceso continuó hasta que todos los docentes participaron en la mejora del plan de solución del problema propuesto por el primer docente.

En el mecanismo de exteriorización los docentes se reunieron para analizar el plan de SolProMat de un S2e2x del curso de AL. Cada docente reflexionó sobre su plan de solución, de esta manera exteriorizaron su conocimiento tácito y los pasaron a conocimiento explícito. Las mejoras del plan de solución y las buenas prácticas compartidas es conocimiento que fue codificado y almacenado en un caso (documento) por el administrador de dominio de conocimiento para conformar una base de conocimiento matemático. La estructura de un caso (documento) quedó definida de la siguiente manera: (a) definición del problema; (b) deducción de variables; (c) aplicación del método de solución; (d) comprobación e interpretación de resultados.

En el mecanismo de combinación los docentes participaron de manera explícita en la definición de un plan de solución mejorado de un problema matemático de un S2e2x del curso de AL. En la medida que cada docente experto expresó su opinión, colaboró en conjunto y se avanzó en una nueva propuesta de un plan de solución mejorado. Las propuestas de las diferentes soluciones explícitas fueron debatidas hasta alcanzar un consenso las cuales fueron almacenadas (o actualizadas) en un caso (documento) el cual contiene importante contenido pedagógico para una solución más eficiente del problema matemático.

En el mecanismo de interiorización el plan de solución mejorado de un problema matemático de un S2e2x del curso de AL, fue conocimiento explícito compartido. Cuando este conocimiento explícito fue retomado por un docente para su aplicación en la SolProMat de un S2e2x del AL, este conocimiento fue internalizado por el docente y pasó a formar parte de su conocimiento personal.

## 5 Resultados

En esta implementación se logró crear una base de conocimiento con la definición de 79 casos relacionados con la SolProMat de S2e2x del curso de AL. En la Fig. 3 se pueden apreciar un caso (documento) que forman parte de la base de conocimiento.

The figure consists of three panels showing a mathematical problem solution for a system of two equations with two unknowns. The panels are titled 'Problemas que se resuelven por ecuaciones simultáneas. Sistemas de 2 ecuaciones con 2 incógnitas'.

**Panel 1: Descripción del problema.** The problem is: 'Hace 8 años la edad de A era el triple que la de B, y dentro de 4 años la edad de B será el 5/9 de la de A. Hallar las edades actuales.' The solution starts with identifying variables:  $x =$  La edad actual de A,  $y =$  La edad actual de B.

**Panel 2: Desarrollo del método.** The solution uses the elimination method. It starts with the equations:  $x - 3y = -16$  (1) and  $-5x + 9y = -16$  (2). Multiplying equation (1) by 5 and adding the equations results in  $-4y = -80$ , so  $y = 20$ . Substituting  $y = 20$  into equation (1) gives  $x = 32$ .

**Panel 3: Comprobación e interpretación de resultados.** The solution is verified by substituting  $x = 32$  and  $y = 20$  back into the original conditions. The final result is: 'La solución de este sistema es  $x = 32, y = 20$ , es decir, la edad actual de A es 32 y la edad actual de B es 20.'

Fig 3. Caso de la Base de Conocimiento (Fuente: Propia).

Cada problema incluyó un plan de solución mejorado con experiencia docente arraigada que puede ser utilizada por docentes expertos, docentes novatos y estudiantes para incrementar su eficacia y eficiencia en la SolProMat. Sin embargo, nuevos retos surgen dado que el conocimiento almacenado requiere recuperarse con precisión para su aplicación y requiere mantenimiento para su actualización.

## 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

En esta investigación se propuso la adaptación e implementación del modelo SECI de GC para la construcción de conocimiento matemático el cual se encuentra arraigado en la SolProMat. La implementación del modelo reflejó que el mecanismo de socialización es clave para la generación de nuevo conocimiento matemático que puede ayudar en la mejora de los planes de la SolProMat. Por otra parte, el mecanismo de exteriorización no es menos importante ya que permite que el conocimiento tácito del docente experto se transforme en explícito y se conserve para su aplicación en el futuro. Sin embargo, esto trae consigo un nuevos retos: (a) recuperar conocimiento con la mayor precisión posible; (b) el mantenimiento del conocimiento almacenado dado que requerirá actualizarse o eliminarse en caso de que se vuelva obsoleto. En este contexto, como trabajo futuro se espera que el modelo de GC matemático implementado requiera operar en paralelo con un sistema de GC matemático en la educación, por lo que será necesario su desarrollo.

**Reconocimiento.** Un agradecimiento especial al Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública (SEP) por el apoyo financiero otorgado al proyecto “Sistema Prototipo de Gestión del Conocimiento con Base Ontológica para la Solución de Problemas Matemáticos, disponible en la Modalidad Educativa B-Learning” con folio número 511-6/17-7374 del Cuerpo Académico “Sistemas Innovadores Aplicados al Contexto Educativo” con clave UAS-CA-295 de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

## Referencias

- K. Wing Chu, M. Wang, and A. H. Yuen, “Implementing Knowledge Management in School Environment: Teachers’ Perception,” *Knowl. Manag. E-Learning An Int. J.*, vol. 3, no. 2, pp. 139–152, 2011.
- C. Leung, “Critical factors of implementing knowledge management in school environment: A qualitative study in Hong Kong.” *Research Journal of Information Technology*, p. 2: 66-80, 2010.
- J. Carette and W. M. Farmer, “A Review of Mathematical Knowledge Management,” *Int. Conf. Intell. Comput. Math.*, vol. 5625, pp. 233–246, 2009.
- E. C. K. Cheng, “Knowledge Management for School Development,” in *Knowledge Management for School Education*, Springer Singapore, Ed. 2015, pp. 11–23.
- N. H. Casey, “Integrated higher learning-An investment in intellectual capital for livestock production,” *Livest. Sci.*, vol. 130, no. 1–3, pp. 83–94, 2010.
- T. H. Davenport, D. W. De Long, and M. C. Beers, “Successful Knowledge Management projects,” *Knowl. Manag. Yearb.*, no. December 1998, pp. 89–107, 1999.
- Nonaka, I. and Takeuchi, H. “The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation”. Oxford university press, 1995.
- M. Alavi and D. Leidner, “Review: knowledge management and knowledge management systems: conceptual foundations and research issues.” *En MIS Quarterly*, 25 (1), 107-136, 2001.
- P. L. Davenport, By Thomas H, “Working Knowledge How Organization Manage What They Know,” *Harvard Bus. Sch. Press*, no. January 1998, pp. 1–15, 1998.
- A. Elizarov, A. Kirillovich, E. Lipachev, and O. Nevzorova, “Digital Ecosystem OntoMath: Mathematical Knowledge Analytics and Management,” *Int. Conf. Data Anal. Manag. Data Intensive Domains*, vol. 706, pp. 33–46, 2017.
- L. A. Joia, “Assessing unqualified in-service teacher training in Brazil using knowledge management theory: A case study,” *J. Knowl. Manag.*, vol. 6, no. 1, 2002.
- E.C.K. Cheng, "Knowledge management strategies for capitalising on school knowledge", *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, Vol. 47 Issue: 1, pp.94-109, 2017.
- W. Wu, L. Yi-Chih and S. Hui-Shing. "Knowledge management in educational organizations: A perspective of knowledge spiral." *International Journal of Organizational Innovation (Online)* 5.4, 7, 2013.

# VI. E-economía

# El uso de las nuevas tecnologías como apoyo a la sustentabilidad en el hogar

Hilda Díaz Rincón<sup>1</sup>, José Antonio Navarrete Prieto<sup>2</sup>, Iliana Gabriela Laguna López de Nava<sup>3</sup>, Ivonne Echevarría Chan<sup>4</sup>, Iván Naranjo Aguilar<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Av. Instituto Tecnológico s/n, La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, Edo. México, 54070

[c\\_computo\\_sie@hotmail.com](mailto:c_computo_sie@hotmail.com)

<sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Av. Instituto Tecnológico s/n, La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, Edo. México, 54070

[posgrado\\_ittla@yahoo.com.mx](mailto:posgrado_ittla@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Av. Instituto Tecnológico s/n, La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, Edo. México, 54070

[ilianaxim@hotmail.com](mailto:ilianaxim@hotmail.com)

<sup>4</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Av. Instituto Tecnológico s/n, La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, Edo. México, 54070

[ivonnechan@gmail.com](mailto:ivonnechan@gmail.com)

<sup>5</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Av. Instituto Tecnológico s/n, La Comunidad, Tlalnepantla de Baz, Edo. México, 54070

[pantera452@hotmail.com](mailto:pantera452@hotmail.com)

**Abstract.** Ante un mundo cambiante donde la tecnología ha revolucionado el mundo causando un gran impacto en los hogares, hoy en día se avanza hacia una forma de entender la vida y los elementos de nuestra sociedad totalmente “conectados”, y esto afecta directamente a la forma de entender el hogar y las ciudades. Es así como el innovar con tecnología reciente el hogar permite que una de las grandes inversiones que realiza una persona a lo largo de su vida, independiente de si esta es de alquiler o se ha adquirido en propiedad, viva con comodidad y apoye la sustentabilidad, utilizando lo que se denomina el internet de las cosas. Es por ello que a través de una herramienta sencilla como es el diagrama de Tortuga se realizó el análisis de procesos de la actividad familiar de clase media baja a alta con su involucramiento de las nuevas tecnologías y su interrelación en el hogar, tratándola como caso de estudio donde esta investigación muestra los resultados de la aplicación de la herramienta y en donde quienes emplearon las recomendaciones básicas del ahorro de agua, luz y gas se disminuyó en un 25% de la inversión mensual del gasto común con el uso de las nuevas tecnologías.

**Keywords:** Tecnología, Sustentabilidad, Ahorro.

## 1 Introducción

En [1], indica que, con la creciente concientización mundial en relación con los problemas ambientales, las personas ahora tienen múltiples conocimientos para llevar un estilo de vida sustentable y benéfica para el planeta. Sin embargo, todavía hay mucho por hacer para motivar a la población en general a adoptar comportamientos ecológicos. Y la verdad es que tener una vivienda sustentable no es tan complicado como puede parecer: instalar paneles solares no demora más que un par de días y, además, se puede ahorrar una considerable cantidad de dinero y energía al hacerlo, ejemplos como este es como participa el Internet de las cosas, el cual sugiere que la tecnología sea capaz de comunicarse con sí misma, que tenga identidad, que detecte su entorno y se adapte, según las necesidades específicas para ayudarnos en la vida diaria.

Los avances científicos han llegado a dar tal cantidad de facilidades y comodidades, como parte de la era de los smartphones en donde se puede hacer con ellos casi cualquier cosa y con el apoyo de las aplicaciones móviles se tiene la posibilidad de buscar restaurantes, encontrar ubicaciones, tomar fotografías y editarlas, comprar boletos en línea, conseguir donde vivir y dentro del hogar no es extraño

utilizar ya aplicaciones móviles (apps) para realizar pagos en línea, controlar electrodomésticos, la entrada de casa, las luces e cuidar la casa, aún y cuando no se este en ella.

Como un caso de estudio se integró en una práctica con los estudiantes de la asignatura de Estrategia y Planeación Tecnológica, los cuales constituyen un total de 28 hogares de estudiantes que se encuentran inscritos en séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicación realizándolo directamente en cada una de sus casas aprovechando la facilidad de aplicar los cuestionarios y realizar la observación directa.

## 2 Estado del arte

Actualmente, las organizaciones son cada vez más dependientes de la Tecnología de Información para soportar y/o mejorar sus procesos de negocio requeridos para satisfacer las necesidades de los clientes y de la propia organización. Un hogar no es diferente a una organización, este contiene procesos, los integrantes de la familia tienen necesidades, pero el gran problema es que continuamente se piensa en mejorar las organizaciones y ¿Qué pasa con los hogares? ¿Se han analizado para mejorarlos?, es ahí donde las TIC (Tecnología de Información y Comunicación) son utilizadas por lo regular solo como medio de comunicación ya que esta es la primera forma en que la ven, es decir usar el teléfono, el cable, el Internet, pero en donde queda la **Domótica** y todas las áreas que involucran las TIC.

Hoy en día muchas de las principales firmas desarrolladoras de tecnología ofrecen productos que permiten automatizar el hogar; en la mayoría de los casos la complicación radica en los altos costos que algunas de estas herramientas pueden tener, o la dificultad para adaptarlas a la infraestructura ya existente, pero actualmente las empresas desarrollan ya tecnologías que están accesibles a una clase media.

La automatización de los hogares podrá parecer algo del futuro o un gasto innecesario, pero en la medida en que se comprenda que este tipo de inversiones, además de traer un beneficio en cuanto al consumo energético, optimización de espacios y creación de ambientes, también puede incrementar notablemente el valor de la propiedad. [2] menciona que el sector de la domótica ha evolucionado considerablemente en los últimos años y contribuye a mejorar la calidad de vida del usuario: facilitando el ahorro energético: gestiona inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, el riego, los electrodomésticos, etc., aprovechando mejor los recursos naturales, utilizando las tarifas horarias de menor costo, y reduciendo así, la factura energética. Además, mediante la monitorización de consumos, se obtiene la información necesaria para modificar los hábitos para aumentar el ahorro y la eficiencia del uso de energía.

También es importante resaltar que dentro del uso de las Tics, se contribuye aportando seguridad mediante la vigilancia automática de personas, animales y bienes, así como de incidencias y averías. Mediante controles de intrusión, cierre automático de todas las puertas, simulación dinámica de presencia, fachadas dinámicas, cámaras de vigilancia, alarmas personales, y a través de alarmas técnicas que permiten detectar incendios, fugas de gas, inundaciones de agua, fallos del suministro eléctrico.

Según estimaciones del estudio 'Statista Smart Home Report 2017, la domótica segmento crecerá a un ritmo del 27.5% anual entre 2017 a 2022 hasta alcanzar un valor de 112.800 millones de dólares en 2022, ya que mediante la incorporación de sistemas demóticos en el hogar, se podrá gestionar inteligentemente la iluminación, climatización, agua caliente sanitaria, el riego y los electrodomésticos, aprovechando mejor los recursos naturales, utilizando las tarifas horarias de menor costo, y de esta manera reducir su factura energética mientras gana en confort y seguridad.

En México no existen encuestas sobre el uso de energías de los hogares, como si existen en otros países del mundo, los datos que se pueden consultar son sobre consumo residencial que se tienen son agregados a nivel nacional o estatal o no cuentan con la información sociodemográfica de los hogares, lo que no permite conocer las características de las viviendas que habitan ni las de sus miembros. Se cuenta en México con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH), cuyo único responsable del levantamiento y procesamiento es el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), una institución que ha contado con solidez técnica desde su creación. En 2016 se llevó a cabo del 21 de agosto al 28 de noviembre de 2016. Su objetivo es proporcionar un panorama estadístico del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares en cuanto a su monto, procedencia y distribución; adicionalmente, ofrece información sobre las características ocupacionales y sociodemográficas de los integrantes del hogar, así como las características de la infraestructura de la vivienda y el equipamiento básico del hogar, pero sin detallar el consumo de energía.

Además de la existencia de diversos estudios sobre el uso de internet, la comunicación, dispositivos móviles, consumo de medios digitales, pero no existen en México sobre como cambiar su hogar utilizando las nuevas tecnologías para apoyar la sustentabilidad y realizar un ahorro en los gastos mensuales del hogar. Por lo que es conveniente indicar que no es así en Europa, tal es el caso de España, quien además cuenta con un sitio web (<http://www.vidasostenible.org>), el cual se utilizó como apoyo para el análisis del caso de estudio.

Es conveniente mencionar que para [3] La arquitectura para el diseño y construcción de hogares es una herramienta de desarrollo sustentable, ya que con ella se puede lograr que una casa sea cálida en climas fríos o fresca en zonas calurosas, logrando un mínimo consumo de energía, a estas viviendas se les llama *casas pasivas*. Las casas pasivas buscan reducir el consumo de energía y emisiones de CO casi por completo, mediante el uso de materiales y arquitectura bioclimática. En México ya se construyen los dos tipos de vivienda bajo el programa EcoCasa de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), que arrancó en 2013, teniendo como meta para el 2020 la construcción de 27,600 viviendas sustentables, con una reducción de emisiones de COe (dióxido de carbono equivalente) al menos de 20%; y de 600 casas pasivas, donde la reducción de emisiones de COe será de entre 70 y 90%. Ambas clases de desarrollo son parte del proyecto de la SHF, el banco alemán KFW, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Unión Europea para el impulso de vivienda sustentable.

El maestro en ciencias Delfino Hernández Láscars, investigador de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), unidad Iztapalapa, experto en elaborar programas de Protección Civil en edificios inteligentes sustentables, señaló que se considera como edificio inteligente sustentable aquel que posee un diseño adecuado que maximiza la funcionalidad, confort y eficiencia en favor de los ocupantes.

En [4] se mencionan proyectos como son el V17 ARQDUO, este sistema de casa inteligente ofrece comodidad y la automatización o control automático, remoto y programado de diversas funciones en la casa, como la iluminación o la apertura y cierre de puertas que ya mencionamos, pero cuenta con sistemas de vigilancia por video monitoreado, con alarmas y avisos pertinentes, sistemas de audio y video en cada espacio para programar ambientaciones. [5] El HNN HOUSE, Hernández Silva Arquitectos, se cuenta con sistemas de iluminación, con control de niveles y temperaturas de luz, temporizadores, encendidos y apagados, fugas de gas, de agua o algún tóxico, desde el primer momento. Para JACARANDAS HOUSE, la combinación entre tecnología, electrónica y electricidad genera una automatización que puede hacer más fácil la vida diaria y sus múltiples actividades cotidianas, generando no sólo comodidades sino grandes ahorros energéticos.

La automatización de una casa tiene la finalidad de hacer ahorrar tiempo y energías en cosas que pueden programarse remotamente para dedicarse a lo verdaderamente importante, también contribuye al gasto energético al apagar o nivelar las temperaturas evitando sobrecalentamientos y cortando el flujo eléctrico en aparatos que se quedan en *modo pasivo*.

Roberto Mallens, vicepresidente para América Latina de Lutron Electronics., menciona – Hace una década, escuchar sobre las casas inteligentes en América Latina era como hablar de películas de ciencia ficción, se trataba de una realidad que, salvo en contadas excepciones, estaba muy lejos de nuestro día a día. Actualmente, y gracias al Internet de las cosas (IOT), este fenómeno ha cobrado cada vez más relevancia a nivel global y por tanto podemos encontrarlo con mayor facilidad en nuestro mercado regional.

### 3 Metodología.

Como parte de fomentar la investigación, se utilizan los casos de investigación que se adoptan con una perspectiva integradora. Un estudio de caso es, según la definición de [6] “una investigación empírica que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto de la vida real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes. (...) . Una investigación de estudio de caso trata exitosamente con una situación técnicamente distintiva en la cual hay muchas más variables de interés que datos observacionales; y, como resultado, se basa en múltiples fuentes de evidencia, con datos que deben converger en un estilo de triangulación; y, también como resultado, se beneficia del desarrollo previo de proposiciones teóricas que guían la recolección y el análisis de datos.”

El desarrollo de la presente investigación de tipo cualitativo se apoya en el diagrama de tortuga, como parte del objetivo para involucrar las TIC dentro del hogar, siendo una definición de [7] “En líneas generales podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que giran en torno a tres medios básicos: la informática, la microelectrónica y las telecomunicaciones; pero giran, no

sólo de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva e interconexiónadas, lo que permite conseguir nuevas realidades comunicativas”.

El diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers), es una herramienta utilizada para gestionar procesos tratándolos como sistemas cerrados. El llamado diagrama de tortuga no es más que una forma donde los elementos forman parte de un proceso.

La "cabeza" serían las entradas al proceso y la "cola" serían los resultados. El cuerpo representaría la transformación de las entradas en resultados, es decir, las actividades de fabricación o de prestación del servicio.

Las "patas" serían aquellos elementos soporte que permiten que el proceso funcione: los recursos, los equipos y máquinas, los criterios de aceptación, el seguimiento y la medición.

### 3.1 Problemática

Se detectó que la mayoría de los hogares no cuentan con la asesoría para realizar los cambios básicos para aprovechar las TIC, además que las construcciones no fueron preparadas para los cambios tecnológicos actuales, además de que desconocen cuales son las nuevas tecnologías para el hogar, como utilizarlas para mejorar el mismo. Junto con ello se descubrió que desconocen cómo utilizarlas para no dañar el medio ambiente y contribuir a la sustentabilidad. Los hogares, en conjunto, consumen mucha energía inútilmente, por sistemas de instalación eléctrica antigua, escasez de aislamiento, electrodomésticos ineficientes, etc. Esto quiere decir que las posibilidades de reducir el consumo son muy grandes: probablemente se podría reducir a la mitad del consumo actual con medidas sistemáticas y rigurosas. El objetivo principal es determinar el estado de la situación tecnológica en el hogar con el análisis de sus procesos para aprovechar las ventajas de las TIC y contribuir a la mejora del medio ambiente

### 3.2 Análisis del caso

Para el análisis se identificaron los consumos domésticos de energía, los cuales pueden incluirse en las siguientes categorías básicas: 1. Iluminación; 2. Refrigeración o conservación de alimentos; 3. Cocción o preparación de alimentos; 4. Calentamiento de agua sanitaria, 5. Acondicionamiento de ambientes, una sexta categoría es el consumo de energía para equipos de entretenimiento y comunicación (televisiones, radios, teléfonos celulares, etcétera).

Aplicando la herramienta de tortuga, se plantean las siguientes preguntas.

¿Quién es el cliente? Debo considerar si es solo una persona, una pareja o una familia (cuantas personas van a habitar el inmueble).

¿Qué necesita el cliente? Analizaría las expectativas del cliente y sus necesidades, donde este se inicia con la enumeración de las actividades de los miembros de la familia, identificando las entradas, salidas, procesos y medio ambiente que los rodea.

¿Qué debemos recibir?, la descripción del producto como salida final, es la función de este y los métodos que se implementaran a cada uno de ellos y la infraestructura que requieren.

¿Con qué? Infraestructura tecnológica: Los recursos disponibles con los que se va a ejecutar el proceso de auditoría tecnológica, desde el análisis y la evaluación de la infraestructura, hasta la maquinaria y el equipo utilizado.

¿Cómo medir? Se tomarán las siguientes consideraciones.

Tecnología adquirida para su implementación (ejemplo: cambio de los contactos eléctricos, instalación de equipos para las llaves de agua con sensores y de material diferente.

Se planificará la tecnología y sus prioridades en el hogar.

¿Qué le entregamos al cliente? Se le da el resultado del análisis realizado para cada una de las áreas integrando los resultados de las encuestas de energía y agua realizadas, así como las recomendaciones que de las mismas resultaron.

Una vez que se identificaron los procesos básicos, se utilizó como apoyo las encuestas que provee el sitio de [www.vidasostenible.org](http://www.vidasostenible.org), donde para este caso se aplicaron las relativas a energía y agua, se anexa parte de ella en el anexo 1.

## 4 Resultados

Dentro de los procesos que se identificaron en forma común son: lavado de ropa, lavado de utensilios de comida, realización de tareas, lavado de auto, riego de plantas, limpieza diaria personal de los integrantes de la familia, planchado de ropa, entretenimiento(uso de videojuegos, televisión) , comunicación (uso de smartphone, computadora, internet), en donde cada uno de estos procesos está involucrando el uso de diferentes elementos como pueden ser (calentador de gas, conexión a energía eléctrica, uso de luz entre otros), e incluso el tener mascota(s) se involucra el uso de elementos adicionales para el cuidado de los mismos.

La información obtenida de los procesos se utilizó para contestar las encuestas del sitio que se menciona, donde este realiza preguntas como son: indicar el número de personas que habitan la vivienda, posteriormente se segmenta iniciando por la cocina (tipo de energía, tamaño de la cocina, número de veces que se cocina, se continúa con el segmento que refiere al calentador (tipo de combustible, cuando se instaló, tamaño, temperatura a la que se utiliza, número de veces que se utiliza, se continúa con la calefacción para el caso de que se tenga, así como con el aire acondicionado, otro segmento es el que refiere a los electrodomésticos como son el refrigerador, televisor, lavadora, lavavajillas, computadora y otros.

Finalmente se obtiene un resultado del gasto por gas lp, natural, electricidad por persona/año, para con estos datos realizar la estimación del costo económico de la energía consumida

Como ejemplo de los resultados se obtuvo: en un hogar donde su consumo es menor de 300 kep (que significa kilogramos equivalentes de petróleo) por persona, el cual tiene un calentador demasiado antiguo y la temperatura del calentador que se utiliza es demasiado alta, es probable que la temperatura de su agua caliente sea excesiva, la recomendación es intentar regularla con las llaves correspondientes, el apoyo mismo del calentador, pero en ocasiones la persona lo deja con el máximo de calor y no lo regula por lo que el ahorro no es representativo, para ello existen calentadores ya inteligentes que le permitirán ahorro de energía tal es el caso de los de paso como una primera instancia hasta los inteligentes en donde el costo del mismo se verá absorbido por el ahorro energético total de hogar. Por lo que respecta a la cantidad de agua consumida al aplicar la encuesta dio como resultado que el consumo total está entre el 120 y el 180 % de la media de consumo, se denota que es claramente excesivo, por lo que hay que accionar una estrategia para reducirlo, empezando por los puntos clave: el cuarto de baño y la lavado de utensilios de cocina, en el caso de la lavadora de más de 5 años, la cual probablemente no leyó o no se dio cuenta de la información sobre los consumo de agua y energía, además de no contar con un sistema economizador de agua, el tiempo que se detectó de la ducha sobrepasó los 5 minutos esto indica que se está tomando una ducha más larga de lo necesaria, son suficientes tres o cuatro minutos para un aseo completo, confortable y vigorizante, por lo que solo se necesita educación y sensibilización para poner un poco de empeño para realizarlo con agilidad y recuerda terminar siempre con un buen chorro de agua fría para activar la circulación.

Además de los resultados que se indican se encontró que las familias desconocen los avances que han tenido las TIC en el hogar, también el desconocimiento de los costos, marcas y empresas para aprovechar las ventajas de la domótica, junto con el que se sorprendieron de las recomendaciones que se les dio para disminuir su gasto familiar, cabe mencionar que del total de hogares un 35% de los mismos aceptó probar con sensores de agua, 45% cambio de contactos, 60% colocar regaderas ahorradoras de agua, 30% colocar sensores de apagado automático de luces, los resultados que se indican se muestran en **la Fig. 1**, además el 80% aceptó cambiar sus hábitos de ducha, el 100% aprovechar el lavado máximo al utilizar la lavadora. También se les recomendó los tipos de pintura y el uso de persianas para aprovechar la luz, con respecto a los calentadores de celdas por el costo el 100% no aceptó el cambio.



Fig. 1. Resultados de los cambios sugeridos a los hogares visitados.  
Fuente: Diseño Propio

Como resultado de la práctica los estudiantes están con la iniciativa de realizar pruebas de sensores realizados con Arduino como parte de sus prácticas dentro de la carrera.

## 5 Conclusiones

La tecnología 5G abrirá el camino al Internet de las Cosas (IoT) y a las casas digitales. Este dato ha sido aportado por un informe de Ericsson, la casa de telefonía sueca, tras analizar el comportamiento del usuario: transmisiones de vídeo en directo; redes sociales, compras online. ¿Cómo es un hogar inteligente? Un hogar inteligente es un hogar confortable para vivir, pero también más eficiente, ya que nos ayuda a aprovechar al máximo todos los recursos y a ahorrar en nuestra factura de la luz y gas. Gracias a la conexión inalámbrica, los sistemas de domótica son cada vez más sencillos, más intuitivos y más fáciles de instalar. Ya no hacen falta obras ni reformas para instalar un engorroso cableado en cada habitación de la casa.

Después de esto, ¿a quién no le apetece ahora vivir en una casa inteligente? La buena noticia es que la sencillez de la instalación se traduce también en aparatos más económicos, al alcance de muchos bolsillos. En [8], menciona que según datos de Domintell, una vivienda de escasos 30 metros cuadrados se podría domotizar por un precio inferior a los 2.000 euros (en pesos sería un aproximado de 46,000). Domintell es un sistema domótico de cuidado diseño, minimalista e innovador. El sistema Domótico Domintell combina su esmerado e innovador diseño con una facilidad de uso, flexibilidad y fiabilidad excepcional. Domintell permite integrar el control de la iluminación, cualquier tipo de persianas y toldos, calefacción, climatización, video portero y cámaras IP. Con Domintell conseguirá un hogar cómodo, seguro y flexible, adaptándolo en cada momento a su estilo de vida. Domintell es compatible con iPhone, iPad, Bang & Olufsen y sistemas de iluminación por leds mediante protocolo DALI y DMX512.

Por último, HomeKit es la incursión definitiva de Apple en el mundo de la domótica. Su intención era tener parte del dominio, pero el vuelco definitivo lo ha dado permitiendo a Siri, el asistente de voz de este sistema operativo, entender y obedecer comandos para ejecutar órdenes con electrodomésticos conectados. “Siri, enciende la cafetera” es solo algunas de las órdenes que sonasteis con dar y ya es posible. Está claro que la domótica y su evolución natural, el llamado ‘Internet de las cosas’ o IoT, nos hace la vida más fácil, más cómoda. Pero no debemos olvidar que, además de aportar confort, tiene otra ventaja más importante si cabe. La domótica es enormemente útil para las personas mayores, con dificultad de movimiento y pérdidas de memoria debido a la edad. Y la clave está en los sensores. Estos pueden registrar la presencia de los habitantes de la casa y alertar a un tercero cuando no detecte movimiento en el interior de la vivienda, en un plazo de tiempo.

## Referencias

- [1] ArchDaily de México S.A. de C.V. . 2017. Casa HNN / Hernández Silva Arquitectos . [En línea] 04 de 08 de 2017. [Citado el: 24 de 03 de 2018.] <https://www.archdaily.mx/mx/876520/casa-hnn-hernandez-silva-arquitectos>.

- [2] Grupo Expansión S.A. de C.V. 2017. obrasweb.mx. [En línea] 19 de 02 de 2017. [Citado el: 20 de 03 de 2018.] <http://obrasweb.mx/construccion/2017/02/19/el-camino-a-la-vivienda-sustentable-en-mexico>
- [3] Homify Online GmbH & Co. KG. Homify. [En línea] [Citado el: 07 de 05 de 2018.] <https://www.homify.com.mx/proyectos/414914/proyecto-v->
- [4] LAMUDI. 2016. Lamudi México. [En línea] 14 de 10 de 2016. [Citado el: 01 de 04 de 2018.] <http://www.lamudi.com.mx/journal/como-tener-una-casa/>
- [5] J Quotatis España SL. Quotatis España SL. [En línea] [Citado el: 15 de 03 de 2018.] <https://www.quotatis.es/consejos-reformas/Inspiracion/casa-del-futuro/conoces-la-domotica/>
- [6] R. Yin. Case Study Research: Design and Methods. Sage Publication, Thousand Oaks, CA., 1994, pp. 13.
- [7] J. Cabero. Impacto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en las organizaciones educativas. En Lorenzo, M. y otros (coords): Enfoques en la organización y dirección de instituciones educativas formales y no formales, pp. 197-206, 1998.
- [8] Domintell España S.L. Domintell. [En línea] [Citado el: 14 de 06 de 2018.] <http://www.domintell.es/presupuesto>.

## Anexo 1.

Parte de la encuesta que se indica en el caso de estudio.

### La Cocina

Tipo de energía que se utiliza

Propano. butano. GLP

¿Cuál es el tamaño de la cocina? Pequeña

¿Cuántas veces se cocina aproximadamente en la casa a la semana?

En la cocina además hay...

- Horno microondas  
 Horno eléctrico independiente

Consumo	POR PERSONA	POR HOGAR

La media por hogar de 3 personas es de 100 kep/año o de 1.150 kWh/año

### Agua caliente, el calentador

¿Qué tipo de combustible utiliza? Propano. butano (GLP)

¿Cuándo se instaló? Es un modelo antiguo con más de 10 años

¿Qué tamaño tiene? (flujo de agua por minuto) Es un modelo grande. de más de 10 litros

¿A qué temperatura lo sueles emplear? Lo más caliente posible

Indica el número de usos del calentador a la semana (duchas, baños, lavado de platos)

### La iluminación

¿Cuál es el número total de lámparas en la casa?

¿Cuántas de ellas son de bajo consumo? 0

Consumo de electricidad por la iluminación	POR PERSONA	POR HOGAR
	kWh	kWh

La media por hogar de 3 personas es de 870 kWh/año

### Electrodomésticos: el refrigerador (frigorífico)

¿Tienes frigorífico? No tengo frigorífico

¿Cómo es de grande tu frigorífico? Es de pequeño

¿Cuándo lo compraste? Recientemente

Si tiene clasificación energética indica cuál es No lo sé. no tiene

	POR PERSONA	POR HOGAR

# Comercio Electrónico Móvil en México y España

Verónica Badillo Torres <sup>1</sup>, Rita Aurora Fabregat Tinajero <sup>2</sup> y Guillermo Rodríguez Abitia <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Autónoma de México - Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria. Coyoacán, Ciudad de México, 04510. México  
veronikabt5@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de México - Facultad de Contaduría y Administración. Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria. Coyoacán, Ciudad de México, 04510. México  
rfabregat@docencia.fca.unam.mx

<sup>3</sup> Universidad Nacional Autónoma de México - Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. Avenida Universidad 3000, Ciudad Universitaria. Coyoacán, Ciudad de México, 04510. México  
grdrz@unam.mx

**Resumen.** Con el advenimiento del internet comercial se disparó una serie de oportunidades que dieron paso al comercio electrónico. Hoy en día, existe una penetración constante y logarítmica de dispositivos móviles y acceso a la red de redes. Esto conlleva nuevas oportunidades y retos, aunado al constante cambio de modelos de negocios en la llamada cuarta revolución industrial. El presente trabajo explora los factores de adopción de comercio en dispositivos móviles, más allá de la penetración tecnológica misma y busca contrastar aspectos sociales y económicos entre economías en desarrollo y desarrolladas, tomando como ejemplo México y España. Mediante la aplicación de una encuesta se revela que la principal diferencia radica solo en la accesibilidad y disponibilidad de la tecnología, manteniéndose patrones de consumo similares en ambos países.

**Palabras clave:** Comercio electrónico, comercio móvil, economías en desarrollo, economías desarrolladas, estudio de encuesta.

## 1 Introducción

El presente trabajo busca explorar las características que determinan la adopción de comercio electrónico en dispositivos móviles, más allá del empuje propio de la penetración tecnológica. Se busca entender si otros factores, principalmente sociales y económicos, determinan de manera considerable la tendencia a adoptar esta práctica y si genera diferencias en los patrones de consumo. Se busca obtener claridad en un ambiente de cambio constante, en que es difícil entender por qué ocurren las cosas, ya que la rapidez de cambio solo permite a las empresas reaccionar en medida de sus posibilidades.

Se presenta la situación general del comercio electrónico en México y España, países que son tomados como referencia dado el tamaño de sus economías, además de sus similitudes culturales e históricas.

Más adelante se explican los objetivos de la investigación y la metodología empleada, para posteriormente presentar los resultados y las conclusiones pertinentes.

Finalmente, se definen las limitaciones del estudio y se establecen rutas de investigación futura que permitan ampliar los hallazgos presentes.

## 2 El Comercio Electrónico

El comercio electrónico puede ser definido como el medio para compra y venta de mercancías que usa una red de comunicación de datos, en lugar de un sistema de papel [1]. Su auge comenzó a partir de la democratización del internet hacia el público general, dejando de ser del dominio exclusivo de investigadores y militares, hacia el inicio de los años noventa. Es posible recordar que el comercio electrónico inició con dos de cuatro posibles aplicaciones: transacciones electrónicas entre negocios (B2B) y entre una empresa y su cliente individual (B2C) [2]. La primera alternativa era facilitada por líneas telefónicas dedicadas y aplicaciones de intercambio electrónico de datos, conocido, por sus siglas en

inglés, como EDI. Por otro lado, el advenimiento de las tecnologías de la world wide web (WWW), aunado a la integración de proveedores de conectividad, permitieron generar ambientes amigables para los consumidores individuales que, aunque temerosos de ingresar sus datos de tarjetas de crédito, se aventuraron cada vez más en las compras en línea.

Más allá de esperar un crecimiento estable y sin sobresaltos, existen cambios sociales y económicos que alteran nuestra capacidad de predecir los factores de éxito en una iniciativa de comercio electrónico. Entre esos factores se encuentran los cambios generacionales y comportamiento de los nuevos consumidores, como los mileniales [3], y las limitaciones de acceso a infraestructura en economías en desarrollo [4].

En los últimos años, la opción de comercio electrónico que relaciona consumidor a consumidor (C2C) ha cobrado auge en lo que se llama hoy economía colaborativa o *sharing economy*, sin embargo, existe un gran desconocimiento aún sobre su causas y consecuencias [5].

Finalmente, la evolución y penetración vertiginosa de los dispositivos móviles, ha permitido que las personas puedan realizar transacciones electrónicas de manera ubicua, lo cual incorpora usos potenciales enormes para el comercio electrónico.

El comercio electrónico móvil depende totalmente del crecimiento y penetración del internet, por cualquier vía en una economía. En México, la penetración de internet para el año 2013 según el INEGI [6] era de 30%, aunque el Banco Mundial coloca esta cifra en 43%, por encima de la media mundial que, en ese momento, era de 38% [7] y en términos de dispositivos en el hogar, los teléfonos inteligentes son los que muestran un crecimiento más acelerado, como se muestra en la figura 1 [8].

La Red VISA [9] indica que los retos mayores de México para seguir creciendo en el comercio electrónico son la protección de datos, la evolución constante, la eficiencia de envíos y devoluciones, la movilidad, la atención al cliente y las políticas digitales.

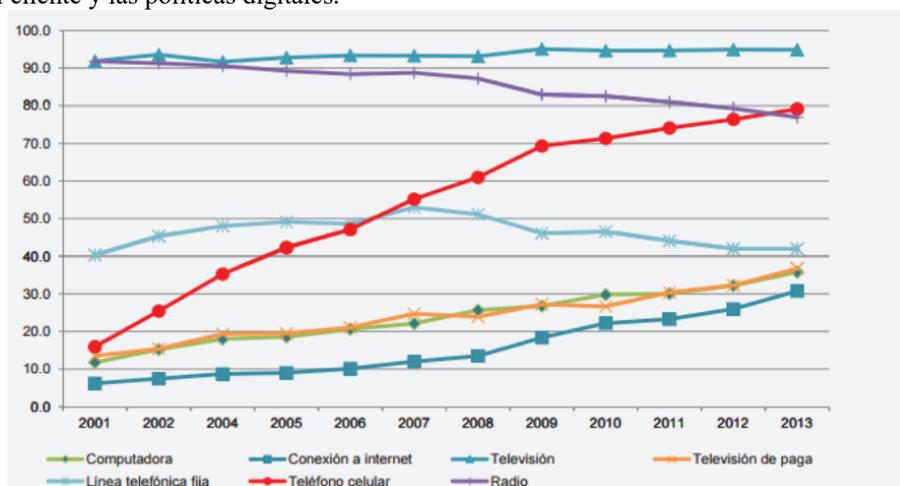


Fig. 1. Disponibilidad de TIC en los hogares (INEGI).

Sin embargo, el comercio electrónico en México, se ha acrecentado de manera exponencial en los últimos años, alcanzando crecimientos anuales por encima de 40 puntos porcentuales, como se muestra en la figura 2 [10], siendo el método de pago más popular la tarjeta de crédito.

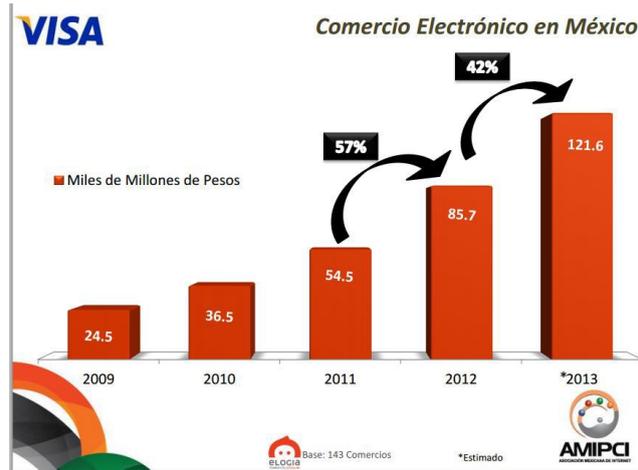


Fig. 2. Crecimiento del comercio electrónico en México (AMIPCI).

Es importante notar que el crecimiento de internet no es parejo en todas las economías del mundo, mostrándose contrastes importantes entre ellas. El caso particular de España llama la atención por ser el país europeo desarrollado más cercano culturalmente a México, además de tener indicadores macroeconómicos similares. España tiene también contrastes que pueden ayudar a entender el fenómeno mejor: un mayor nivel educativo y ha gozado de estímulos para el crecimiento de infraestructura y de innovación en una proporción mucho mayor que México. Como consecuencia, su nivel promedio salarial es también muy superior. Por todo lo anterior, se decidió explorar las variantes que afectan el crecimiento del comercio electrónico móvil en ambos países, con el fin de entender el fenómeno en nuestro propio contexto y establecer directrices de promoción comercial en esta modalidad.

### 3 Metodología

Se plantearon los siguientes objetivos para este estudio:

1. Realizar una exploración de contraste entre consumidores de una economía en desarrollo y de una desarrollada
2. Determinar si hay diferencias en los patrones de consumo
3. Identificar, en su caso, cuáles y por qué son importantes
4. Explorar si prevalece la penetración de la tecnología como factor de adopción sobre otros aspectos económicos y sociales

Para ello, se diseñó un estudio basado en encuesta, para aplicarse en las ciudades de México y Madrid. La población meta se definió entre 24 y 34 años, con el fin de contar con individuos sin problemas de uso de tecnología, pero con un poder adquisitivo suficiente que les permita realizar transacciones de comercio electrónico. En cuanto al tamaño de la muestra, las poblaciones de ambos países en esos rangos de edad son similares, a pesar que en México la población total sea más del doble que en España. Esto se debe principalmente a la distribución de las poblaciones, siendo la mexicana mucho más amplia en la base. Para México, la población meta es de 1,525, 926 habitantes, mientras que en España asciende a 1,099,122 individuos, concentrándose en las ciudades mencionadas. Se desarrolló un instrumento con 19 reactivos de opción múltiple y que tomaría un máximo de 10 min. para su llenado. Fueron administrados con un muestreo de bola de nieve a través de formularios de Google.

### 4 Resultados

De las respuestas recibidas, se conservaron 180 cuestionarios útiles, 99 de mexicanos y 81 de españoles. El análisis fue realizado con estadística descriptiva e interpretación cualitativa. La tabla 1 resume los resultados obtenidos en las encuestas. De los resultados mostrados, es posible observar que ambas muestras mantienen cifras y comportamientos muy similares. Sin embargo, existen algunas diferencias que vale la pena destacar. Los mexicanos se conectan más desde su hogar que los españoles, a quienes no parece importarles desde dónde se conecten. Esto se relaciona directamente con una mayor

accesibilidad a la red. Los mexicanos no tienen red abierta en todos lados y los planes de datos son caros e inefectivos. Por otro lado, la intensidad de compra es mucho mayor en España. Esto puede obedecer, además de un tema de accesibilidad tecnológica, a un tema de accesibilidad económica, teniendo la población española un mayor gasto discrecional. Finalmente, es posible que existan diferencias importantes en el tipo de dificultades técnicas que enfrentan los mexicanos con respecto a los españoles. Es notable, de cualquier modo, que los patrones de consumo son extremadamente similares, solo variando en intensidad. Curiosamente, ambas poblaciones compran muchos boletos de eventos y viajes, pero la preferencia se invierte de un país al otro. Las preferencias de compra pueden observarse en la figura 3.

México	España
✓ El 52.52% de compradores es del género Masculino con respecto un 47.47% Femenino.	✓ El 54.32 % es del género Femenino y el 45.67% Masculino
✓ Un 32.32% se conecta al internet mas de 8 horas	✓ Un 37.37% se conecta al internet mas de 8 horas
✓ Conexión es desde el Hogar 91.92% y 100% en el trabajo	✓ Desde el hogar 65.43% y un 54.32% que no importa el lugar que sea mediante su dispositivo móvil.
✓ Utilizan buscadores y redes sociales para obtener información 73.74%	✓ Utilizan las redes sociales y buscadores 70%
✓ Tiene un 17% que nunca han realizado compra alguna, un 30.30% de nuestra población ha realizado compras una vez al año	✓ Toda la población ha realizado compras , esta ha sido mensual 34%, trimestral 36% y anual 21%
✓ Un 90.91% cuenta con un Smartphone y se conectan al internet con un 52.53%	✓ Un 91.36 % cuenta con Smartphone y se conectan al internet con un 56%
✓ Problema para realizar compras reportan que tarda mucho en cargar la página con un 27.27% y un 16.16% no puede visualizar la página.	✓ El 35% no tiene problemas para realizar compras, mientras que un 33% se les hace complicado realizar una compra.
✓ Problemas para adquirir desde su dispositivo se tiene <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 38.38 % boletos de eventos</li> <li>✓ 22.22% Viajes</li> </ul>	✓ Problemas para adquirir desde su dispositivo se tiene <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 17.53 % boletos de eventos</li> <li>✓ 28.87% Viajes</li> </ul>

Tabla 3. Resultados de la aplicación del instrumento.

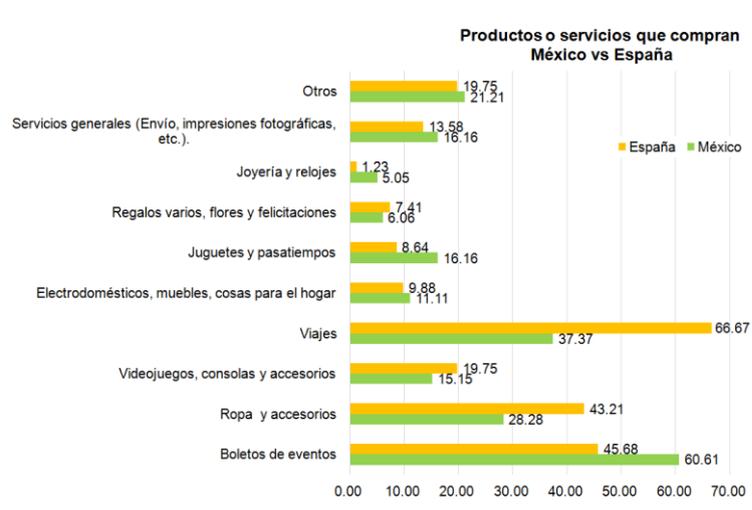


Fig. 3. Preferencias de compra en ambas muestras.

## 5 Conclusiones

Cada vez es más importante aprovechar modelos de negocios basados en aplicaciones para dispositivos móviles, como lo demuestra la proliferación de negocios basados en economía colaborativa. Aún y cuando la adopción de dispositivos móviles rebasa las barreras de infraestructura, su conectividad a internet aún

representa una gran barrera en México, especialmente para la base de la pirámide económica, debido a los altos precios de los planes de datos. Por ello, es importante facilitar el acceso a internet con planes de datos más alcanzables, para proveer ubicuidad de tareas. En países que no cuentan con acceso universal, es importante generar aplicaciones que funcionen en línea, pero también desconectados, con medios alternos de generación de transacciones. En resumen, existe un gran nicho de desarrollo tecnológico e innovación empresarial, que obedece a las nuevas reglas de las economías colaborativas y deben abordarse con soluciones creativas.

## 6 Limitaciones e investigación futura

Es importante generar modelos causales para entender y confirmar los factores que promuevan el comercio electrónico en móviles. El presente trabajo se limitó a la parte exploratoria. Así mismo, falta estudiar otras muestras geográficas y de grupos demográficos. En todos los casos, es necesario realizar estudios cuantitativos de inferencia. Finalmente, es importante observar el fenómeno en economías disímiles a la nuestra.

## Referencias

- [1] J. Owens, «Electronic business: A business model can make the difference,» *Management Services*, n° 50, pp. 16-24, 2006.
- [2] A. B. Alonso Conde, *Comercio electrónico: Antecedentes, fundamentos y estado actual*, Madrid: Dykinson, 2004.
- [3] M. Cancino Quevedo, A. Chaparro, N. Puentes Rumierk, L. Varela y R. Pérez Uribe, «Factores determinantes para la decisión de compra por plataformas digitales para los Millennials ubicados en Bogotá,» *Research Gate*, 2018.
- [4] S. Mohanna, N. M. Yaghoubi, S. V. Motlaq y T. V. Motlaq, «Limitations of E-commerce implementation in developing countries: Case study of Iran,» *American Journal of Scientific and Industrial Research*, vol. 2, n° 2, pp. 224-228, 2011.
- [5] J. Hamari, M. Sjöklint y A. Ukkonen, «The Sharing Economy: Why People Participate in Collaborative Consumption,» *Journal of the Association for Information Science and Technology*, vol. 67, n° 9, pp. 2047-2059, 2016.
- [6] INEGI, «Estadísticas a propósito del día mundial de Internet,» [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/contenidos/estadisticas/2014/Internet0.pdf>. [Último acceso: 17 mayo 2014].
- [7] B. Mundial, «Estadísticas de usuarios de Internet (por cada 100 personas),» [En línea]. Available: URL: <http://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.USER.P2>. [Último acceso: 1 abril 2015].
- [8] INEGI, «Modulo sobre disponibilidad y Uso de Tecnología de la Información en los hogares 2013,» [En línea]. Available: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/MODUTIH/MODUTIH2013/MODUTIH2013.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/metodologias/MODUTIH/MODUTIH2013/MODUTIH2013.pdf). [Último acceso: 1 abril 2015].
- [9] Red VISA, «Descubre los principales desafíos del e-commerce en México y el mundo,» *Empresarios VISA*, 2014.
- [10] AMIPCI, «Estudio de comercio electrónico 2013,» [En línea]. Available: [https://www.amipci.org.mx/estudios/comercio\\_electronico/131028\\_-\\_Comunicado-Estudio\\_Comercio\\_Electronico2013-Proyecto-V3\\_-\\_REV.pdf](https://www.amipci.org.mx/estudios/comercio_electronico/131028_-_Comunicado-Estudio_Comercio_Electronico2013-Proyecto-V3_-_REV.pdf). [Último acceso: 20 octubre 2014].

# VII. E-educación

# Monitoreo de aplicaciones web

Adolfo Bravo Hernández<sup>1</sup>, Fernando Vázquez Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, Sección de Estudios de posgrado, Av. Té 950, Granjas México, 08400 Ciudad de México, CDMX  
[ofloda@gmail.com](mailto:ofloda@gmail.com), [fvazquez@gmail.com](mailto:fvazquez@gmail.com)

**Resumen.** Muchas de nuestras actividades cotidianas dependen de soluciones informáticas, una buena cantidad de estas soluciones son aplicaciones web que proporcionan microempresas o bien empresas pequeñas y medianas. El trabajo realizado busca proveer a las empresas micro, pequeñas y medianas, un análisis que les permita tener un monitoreo adecuado de una aplicación web, además de la implementación de un prototipo (en progreso) con un marco ligero de los aspectos que debe contemplar un sistema de monitoreo de una aplicación web. Dando fundamentos a los equipos que se encargan de la operación en las empresas, al conocer las circunstancias o comportamientos que anteceden a una caída en el sistema, y pudiendo reaccionar de manera ágil en caso de presentarse un problema. El proceso de monitoreo debe fortalecer la memoria sobre los incidentes y estadísticas de disponibilidad que faciliten el control y las mejoras de las aplicaciones web como parte de sus sistemas.

**Palabras clave:** Monitoreo, aplicación, web.

**Abstract.** Many of our daily activities depend on computer solutions, a lot of these solutions are web applications, provided by micro-companies or small and medium-sized companies. This work out seeks to provide micro, small and medium companies an analysis that allows them to have an adequate monitoring of a web application, as well as the implementation of a prototype (in progress) with a light framework of the aspects that a monitoring system should contemplate to monitor a web application. Giving fundamentals to the teams that are in charge of the operation in the companies, when knowing what are the circumstances or behaviors that precedes fail in the system, and being able to react in an agile manner in case of presenting a problem. The monitoring process should strengthen the memory of incidents and availability of those systems that facilitate control and improvements of web applications.

**Keywords:** Monitor, application, web.

## 1 Introducción

Los sistemas web tienen cada vez mayores exigencias con lo cual los procesos de monitoreo han ido tomando relevancia, en primera instancia para saber si dichos servicios están disponibles y como siguiente paso para saber si están teniendo un buen rendimiento.

Por lo que el presente trabajo está dirigido a:

- Contar con un sistema que permita a una empresa micro o pequeña que preste alguna funcionalidad web tener cierta certidumbre que todo está disponible y, ser alertado en caso de que algo marche mal puede contribuir a que presten servicios más robustos.
- Saber cuándo las aplicaciones o sus servicios no estén disponibles o si se presenta un mal rendimiento, esto le dará la posibilidad de actuar con mayor oportunidad.
- Como parte de los procesos de las empresas además se necesita tener la relación histórica de los incidentes en el aplicativo que impacta su disponibilidad. Además de tener presente las fechas de los procesos naturales de despliegue, como actualización de contratos o de certificados.

Esto tendrá en cuenta las siguientes limitaciones:

- Se estará censando la capa más expuesta de las aplicaciones.

- No se validará la funcionalidad de las aplicaciones.
- Se considera la capa de transporte (red) como estable.

## 2 Estado del arte

Existen tendencias en la creación de aplicaciones que consideran la supervisión de la disponibilidad de los servicios que la soportan. Como parte de la estructura general, tal es el caso de algunas implementaciones de microservicios que utilizan herramientas como *hystrix* que proporciona el manejo de los errores que proporciona los datos a herramientas especializadas en mostrar esa información, como lo es *turbine*. En el caso de aplicaciones pequeñas, el monitoreo normalmente se remite a la supervisión de la infraestructura que las soporta.

## 3 Metodología usada

Se utiliza una metodología híbrida, que consiste en los siguientes pasos:

### **Análisis del marco teórico general de aplicaciones web**

Se dan fundamentos teóricos de las aplicaciones *web*, dando énfasis a los siguientes temas:

- Definición de es una aplicación y su arquitectura. Se presentan lo que son los patrones de diseño como partes de software que acumulan aprendizaje empírico de la construcción de aplicaciones.
- Se propone y se da una introducción del lenguaje unificado de modelado. UML (Unified Modeling Language) como código común para plasmar de manera adecuada la arquitectura de las aplicaciones.
- Panorama del uso de las 4 + 1 Vistas de Kruchten.
- Se realza la diferencia entre las capas y niveles de una aplicación de web.
- Ejemplos de arquitecturas de aplicaciones web, populares y vigentes.

### **Análisis de patrones de diseño principales como candidatos en la creación de la arquitectura**

El trabajo realizado se dirige principalmente a micro y pequeñas empresas, por lo que se ahonda en dos patrones candidatos para la creación de un prototipo de un monitor de aplicaciones. Estos son el MVC y MVVM.

### **Requerimientos de usuario**

Son listados y especificados los requerimientos que debe cubrir el prototipo de monitor de aplicaciones *web*, como ejemplo de lo que debe cumplir un monitor de aplicaciones dirigido a la aplicación per se.

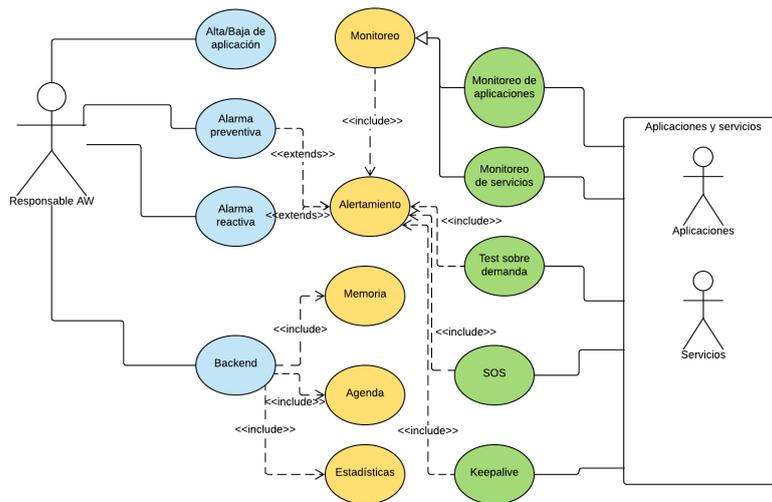
### **Requerimientos de sistema**

Se desarrollan los requerimientos del sistema propuesto, con base en los requerimientos de usuario.

### **Creación de arquitectura, con base en 4 + 1 vistas de Philippe Kruchten**

Son mostrados las vistas que en conjunto plasman la arquitectura propuesta para el prototipo a implementar.

El prototipo se desarrollará a la medida para poder acotar de manera precisa las funcionalidades a proporcionar.



**Las tecnologías utilizadas, lo que recibe el nombre de pila tecnológica, fueron elegidas respetando el requerimiento de portabilidad propuesta en el presente trabajo**

Los criterios para su elección fueron su popularidad, pues es conveniente que sea común entre los profesionales del desarrollo de software, para no generar dependencia con gente demasiado especializada. Otro criterio es que sean herramientas o lenguajes con un proceso de madurez amplio, pues suelen generar versiones estables y confiables; además claras de que cuenten con las características para cubrir lo que se requiere construir y que pudiera extender sus funcionalidades. Como parte de la descripción del prototipo se listan dichas tecnologías a continuación:

Lenguaje para la capa de presentación:

- Angular (versión 4). Marco de trabajo utilizado en la construcción de aplicaciones web, desde una página básica a una SPA, utiliza un lenguaje llamado TypeScript, es muy usado bajo el patrón MVC, pero puede usarse con cualquier patrón Modelo Vista, como el MVVM. Es una herramienta de desarrollo, robusta, confiable y de cada vez mayor difusión entre los profesionales del desarrollo de software.

Lenguajes para las capas de lógica de negocio e integración:

- NodeJS (versión 9.11.1). Basado en el lenguaje javascript (ECMAScript), es multiplataforma, y realiza ejecuciones del lado del servidor, lo cual rompió en su momento paradigmas de mantener a javascript como un lenguaje que se pudiera ocupar sólo del lado del cliente. Utiliza programación orientada a eventos.
- Java (versión 1.8.x). Lenguaje multiparadigma, mayormente usado bajo el paradigma orientado a objetos, es uno de los lenguajes más utilizado por los desarrolladores de software. Proporciona una buena capacidad de portabilidad, al poder ser ejecutado en distintas plataformas. Y cuenta con una gran cantidad de API's.

Base de datos:

- MySQL Community Edition (Versión 5.7.21). Una de las bases de datos con mayor difusión, según DB-Engines Ranking es la segunda más popular sólo después de Oracle. Tiene buen rendimiento. Es un producto ampliamente documentado, se puede integrar con muchas otras herramientas del mercado. Utiliza un gestor de bases de datos relacionales.

Herramientas adicionales:

- Weka (versión 3.8). Es un programa utilizado principalmente en minería de datos, fue construido en Java, cuenta con una gran cantidad de algoritmos para análisis de datos, agrupamiento y clasificación. Es un software libre con licencia GNU-GPL. Además de ocupa para el análisis de datos.

Servidor de aplicaciones:

- Apache TomEE (versión 7). Es un servidor de aplicaciones que cumple con los estándares de los servidores de java empresarial (J2EE), se basó de manera inicial en el contenedor de servlets Tomcat (Tomcat + Java EE = TomEE).- Realizar un comparativo entre las aplicaciones similares que ya existen en el mercado contra la que van a implementar, mencionando ventajas y desventajas

### Costos

Si este proyecto se fuera a desarrollar por un equipo de desarrollo el costo aproximado sería de \$176,000 pesos, pero si se toma como base el prototipo (el cual esta se desarrollará en un trabajo futuro), el costo sería del tiempo de configuración y despliegue, que lo puede hacer un ingeniero en sistemas en alrededor de un par de semanas. Aproximadamente \$20,000 pesos, más el uso o renta recurrente de un servidor, el cual podría ser tomado como la prestación de un servicio por una microempresa externa con una renta mensual, o con los recursos que cuente la misma empresa.

Detalle de los costos, en caso de construirse por un equipo de desarrollo:

ROLES	POR DIA	DIA S	COST O
<b>Director de Proyecto</b>	\$3,00 0.00	13	\$39,00 0.00
<b>Analista/consultor en Datawarehouse</b>	\$1,50 0.00	10	\$15,00 0.00
<b>Consultor en Java</b>	\$1,50 0.00	8	\$12,00 0.00
<b>Desarrollador Business Objects y de ETL.</b>	\$2,00 0.00	30	\$60,00 0.00
<b>COSTO POR USO DE HARDWARE</b> laps de consultores + 2 Micro para la oficina se rifan al final si se termina en tiempo y forma. Micro : Intel Core i5 3ra G. Pantalla : 14 pulgadas Stock : 5 Fuente: <a href="http://www.alquilerdepc.com/alquiler_de_pc_precios.php">http://www.alquilerdepc.com/alquiler_de_pc_precios.php</a>	PC		\$1,800. 00
<b>COSTO OFICINA</b> Wework, oficina por mes con todos los servicios <a href="https://www.wework.com/es-LA//mexico-city-DIF">https://www.wework.com/es-LA//mexico-city-DIF</a>	2 MES 4 person as		\$38,80 0.00

<b>COMPRA CAÑÓN EPSON. SE RIFA AL FINAL DEL PROYECTO SI SE ENTREGA EN TIEMPO Y FORMA</b> Fuente: Walmart			\$9,299.00
<b>COSTO DEL PROYECTO</b>			\$175,899.00

#### 4 Resultados experimentales

El trabajo actualmente está en su etapa de diseño, por lo que aún no se cuentan con resultados experimentales.

#### 5 Conclusiones y futuras líneas de investigación

La supervisión de las aplicaciones en micro y pequeñas empresas normalmente es reactiva, es decir se realiza hasta que hay un problema. Cuando llega a haber alguna supervisión proactiva de las aplicaciones, esta se remite a revisiones de la infraestructura que las soportan.

Existen productos y servicios que ayudan a monitorear aplicaciones *web*, pero normalmente dejan separados el proceso de tecnológico, de los procesos de negocio de la empresa.

Los patrones de diseño son fundamentales como elementos que acumulan experiencia y buenas prácticas, en las soluciones tecnológicas.

Se pueden tomar en cuenta módulos en el monitoreo de aplicaciones que den valor a la empresa, sin requerir de los recursos que tienen las grandes corporaciones.

Actualmente el prototipo de monitor está en etapa de diseño, por lo que los próximos pasos serán construirlo y obtener resultados experimentales los cuales serán analizados con la metodología CRISP-DM.

#### Bibliografía

- [1] George Beekman: Introducción a la computación (Beekman, George, ed.). PEARSON PRENTICE HALL, 2004.
- [2] Humberto Cervantes: Arquitectura de Software. 2010. URL <https://sg.com.mx/revista/27/arquitectura-software#.WaGv4bpFzIU>.
- [3] Gamma.; Helm.; Johnson.; Vlissides.: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software (Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J., ed.). PEARSON, 1994. URL [http://www.ebook.de/de/product/3236753/design\\_patterns.html](http://www.ebook.de/de/product/3236753/design_patterns.html).
- [4] Inc. Gartner: Hype Cycle for Application Architecture, 2017. 2017. URL <https://www.gartner.com/doc/3763463/hype-cycle-application-architecture->.
- [5] Grady Booch: Object-Oriented Analysis and Design with Applications. Benjamin / Cummings, 1994.
- [6] James Turnbull: The Art of Monitoring. 2016.
- [7] John Gossman: Introduction to Model/View/ViewModel pattern for building WPF apps. 2005. URL <https://blogs.msdn.microsoft.com /johngossman /2005/10/08 /introduction-to-modelviewviewmodel-pattern-for-building-wpf-apps/>.

- [8] Ludwig von Bertalanffy: Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones (Ciencia y tecnología) (Spanish Edition). Fondo de Cultura Económica, 1976.
- [9] Michael Mikowski: Single Web Applications. Manning, 2013. URL [http://www.ebook.de/de/product/19471259/michael\\_mikowski\\_single\\_web\\_applications.html](http://www.ebook.de/de/product/19471259/michael_mikowski_single_web_applications.html).
- [10] Philippe Kruchten: “El Modelo de 4+1 Vistas de la Arquitectura de Software”, Rational Software Corp., 1995.
- [11] J. C. Tello: Patrones de diseño. 2009. URL <http://www.um.es/ead/red/M10/>.
- [12] Yanette Díaz González, Yenisleidy Fernández Romero: “Patrón Modelo-Vista-Controlador.”, Revista Telemática, pp. 47—57, 2012. URL <http://revistatelematica.cujae.edu.cu/index.php/tele/article/view/15>.

# Responsabilidad social de las TIC en el sistema de innovación del estado de Guanajuato

Lorena Álvarez Castañón<sup>1</sup>, Ángel Benítez<sup>2</sup>, Amada Carrasco<sup>2</sup>, Alondra Nayeli González Sandoval<sup>3</sup> y Armando Benítez Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Guanajuato, *campus* León.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Nayarit, Boulevard Tepic-Xalisco s/n Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit

<sup>3</sup> Estudiante de Informática de la Universidad Autónoma de Nayarit, Boulevard Tepic-Xalisco s/n Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit

lc.alvarez@ugto.mx, aabenitez83@uan.edu.mx, acarrazco@gmail.com, benitezherdeza@hotmail.com y alondra13ize@gmail.com

**Resumen.** Uno de los pilares estratégicos del desarrollo económico de las regiones es el uso y la difusión de la tecnología. La generación de proyectos de investigación contribuye a la manufactura de nuevos productos, al mejoramiento en los procesos de producción y a la eficiencia en los servicios. El proceso evolutivo de colaboración entre diversas organizaciones socioinstitucionales con empresas comienza por actividades tradicionales como la formación de recursos humanos, continúa con la prestación de servicios y finaliza con la investigación industrial conjunta. En el estado de Guanajuato se han propiciado estructuras de colaboración entre los distintos actores de su sistema de innovación y se identifican casos de éxito de proyectos de investigación que han sido producto de la vinculación entre centros de investigación, empresas, universidades y gobierno. Esto podría motivar la creación de empresas de base tecnológica.

**Palabras claves:** TIC, Sistemas de innovación, Desarrollo tecnológico, Vinculación.

**Abstract:** One of the fundamental pillars in the economic development of regions is based on the use and diffusion of technology. The increase of research projects contributes to the development of new products, to the improvement in production processes and to make services more efficient. The evolutionary process of collaboration between various institutions with companies, both in organizations and countries, begins with traditional activities such as the training of human resources, then it moves up to the provision of services, finally it joints the industrial research; this contributes to the generation of structures that favor forms of cooperation. In the state of Guanajuato, there are cases of success of research projects, resulting in the link between research centers, companies and universities with government support which could motivate the creation of technology-based companies.

**Keywords:** ITC, Innovation Systems, Technological development, Linking

## 1. Introducción

El conocimiento, la tecnología y la innovación es de suma relevancia para el desarrollo de las regiones, siempre y cuando se combinen de la manera adecuada para generar beneficios a todas las partes involucradas (Álvarez, Coronado & Cárcamo, 2016). El reflejo de esto en los sectores productivos permite evidenciar cómo estos hacen que un país avance y tenga mejores oportunidades para su población. Específicamente, la innovación busca dar solución a problemas y desafíos existentes, haciendo que los procedimientos, los servicios y los productos sean más accesibles y sostenibles.

Para que la innovación vaya encaminada, con probabilidades altas de éxito, es necesario que todos los actores involucrados trabajen en conjunto para conseguir un bien común, donde se gestione el conflicto entre ellos y se lleven a cabo las estrategias necesarias para que las ideas innovadoras se lleven a la práctica con el mejor provecho y beneficios posibles para todos. Por ello, este proyecto trató de conocer el sistema innovador del estado de Guanajuato para analizar las acciones que llevan a cabo esos actores con

las que consiguen que la innovación sea una realidad, especialmente, identificar los proyectos relacionados con las áreas de conocimiento de tecnologías de información.

Se recopiló información sobre los resultados de convocatorias del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), el Fondo de Innovación Tecnológica (FIT) de la Secretaría de Economía-CONACYT y el Fondo Mixto (FOMIX) del estado de Guanajuato-CONACYT, durante el periodo 2002-2017; se aplicó un instrumento de recolección de datos al subsistema de gestores de vinculación como informantes para conocer las características y el estado actual del ecosistema innovador, entender cómo ese subsistema se relaciona con los demás actores, con otras redes y los lazos existentes que impulsan a que un Estado sea innovador. El objetivo de este trabajo es conocer las condiciones actuales del sistema de innovación en el estado de Guanajuato y aproximarse a la responsabilidad social de la tecnología en este sistema.

## 2. Estado del Arte

El estado de Guanajuato está ubicado en la región del bajío. El crecimiento económico de esta entidad ha destacado en los últimos años a nivel nacional, en 2016 fue de 4.1% con respecto al total nacional (INEGI, 2017); es un estado industrializado con oportunidades de empleo para sus habitantes, con base en una política agresiva de atracción de inversiones, con la que se ha posicionado a lo largo de los últimos años (Álvarez, Coronado & Cárcamo, 2016).

La innovación parece estar presente, se nota en su infraestructura y encuentra evidencia en los apoyos que el gobierno le otorga para que las organizaciones estén innovando, como los apoyos otorgados por CONACYT u otras convocatorias del gobierno. Sin embargo, no se cuentan con estudios que aproximen a conocer cómo esta innovación fluye y cómo la interacción entre gobierno, academia, el sector financiero y las empresas sucede.

Se requiere conocer el estado actual del ecosistema de innovación del estado; hacer un análisis para identificar los lazos existentes y los no existentes, los actores que dinamizan el sistema y los que no se involucran para crear relaciones más estrechas y otorgar nuevas y mejores oportunidades para el bienestar del estado. Aunque Guanajuato es un estado industrializado, aparentemente con muchas oportunidades, hay zonas marginadas a las que no alcanza a llegar la innovación, por lo que, sus diferencias socioeconómicas son marcadas.

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2016), cuatro de cada 10 habitantes en Guanajuato se encuentran en situación de pobreza, lo que equivale aproximadamente a 2.5 millones de habitantes, con 1.9 carencias en promedio. Estas cifras, tanto en Guanajuato como a nivel nacional, reportan una disminución de 3.5% con respecto a las cifras de 2014; no obstante, ésta es desigual entre las entidades del país, por sus propias peculiaridades, como el crecimiento de su economía y los esfuerzos para abatir este fenómeno (López, 2017).

Una situación similar ocurre a nivel de los municipios guanajuatenses, a pesar de que en términos generales la pobreza disminuyó, en Atarjea y Xichú más del 80% de sus habitantes se encuentra en esta situación (CONEVAL, 2016). El rezago educativo y el acceso a servicios de salud se concentra en los municipios no industrializados del estado. Según el Fondo de Infraestructura Social para las Entidades (FISE) para abatir carencias sociales, en el periodo de 2014 a 2017, su inversión disminuyó considerablemente en vivienda, salud, agua y saneamiento; sólo aumentó el concepto de educación (Subsecretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional, 2018).

A partir de la revisión de la literatura, hecha con el grupo de investigación, es posible consensar que la innovación se refiere a un cambio que introduce novedades, el cual puede incidir en la aparición o mejora de productos, las mejoras en los procesos de producción o de gestión. Según Schumpeter, las innovaciones y los innovadores son los motores del crecimiento económico, con base en la destrucción de empresas y marcas que parecían indestructibles (Gómez, 2017). Sin embargo, el desarrollo equitativo de los actores que conforman un sistema de innovación será posible si sucede una eficiente interacción entre ellos, con estrategias conjuntas que garanticen el cumplimiento de los objetivos e intereses particulares y colectivos (Rincón, 2004); por ello, es de interés aquella innovación que abone a combatir el rezago existente.

Un indicador generalmente utilizado para conocer la capacidad de innovar es la generación de patentes, este indicador pretende mostrar cómo están relacionadas la ciencia y la tecnología con la competitividad de un país (Aponte, 2016). Si bien Guanajuato ocupa uno de los primeros cinco lugares en solicitudes de registro, en 2017 registró 411 y de enero a junio de 2018 registró 153 (IMPI, 2018), es importante destacar que las patentes no necesariamente se traducen como indicador de crecimiento y desarrollo social de una región. Una explicación de ello es la residencia de quienes patentan, generalmente son empresas extranjeras, en estos casos las patentes no son resultado de las condiciones de innovación prevalecientes (Gracia & Moctezuma, 2016).

### **3. Metodología**

La metodología empleada fue cualitativa, se realizó un recorrido bibliográfico para entender los conceptos relacionados con la innovación, los SNI y los actores que se involucran en ese sistema; se recolectaron datos sobre los apoyos que se han otorgado, de 2002 a 2017, por tres programas estratégicos para la promoción de la innovación como el PEI, el FIT y el FOMIX; se identificaron los proyectos vinculados en las distintas áreas de conocimiento de las tecnologías de información. Posteriormente, se aplicó un instrumento de recolección de datos, integrado por 15 ítems, al subsistema de Gestores de Vinculación con el fin de obtener información sobre el sistema actual del estado, cómo se relaciona con los demás actores involucrados, las estrategias que emplean, los apoyos que se otorgan y su relación con el entorno, desde la perspectiva de ese subsistema. Posteriormente se transcribió el instrumento para analizarlo mediante la herramienta el Análisis del Discurso (AD).

Mediante el AD se clasificó el instrumento en cuatro dimensiones: Vinculación, impacto social, creación de empresas de base tecnológica y relación con el entorno; ya que, son las categorías que permiten conocer el sistema de innovación. La vinculación refiere a cómo los actores de un sistema innovador interactúan entre sí. “La estrategia de intervención para dinamizar y mejorar la generación y difusión de innovaciones, deberá identificar a los actores que funcionan como intermediarios de la innovación” (Barrera, Cuevas, Espejel, Venegas & Ybarra, 2017, p.602).

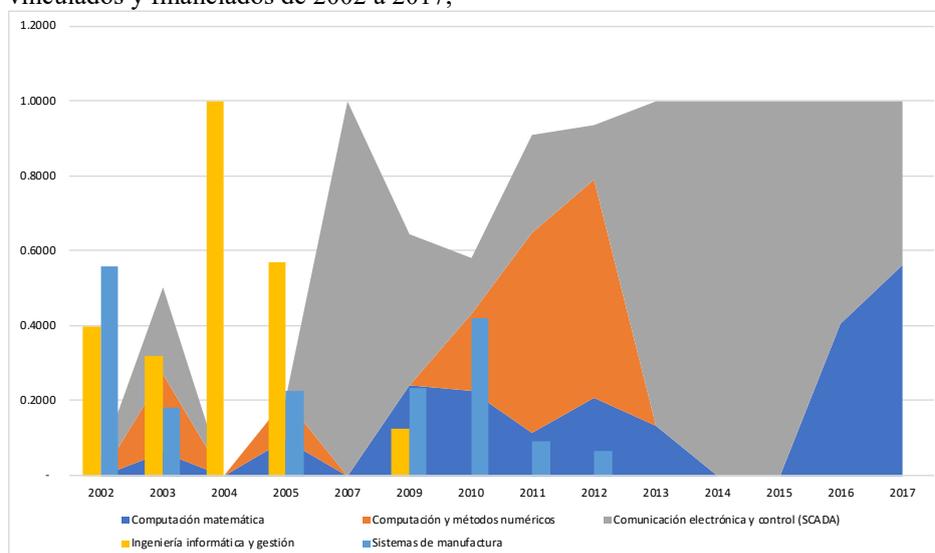
El impacto social refiere a la capacidad de toda innovación para generar un impacto en la sociedad, puesto que la innovación significa cambiar algo ya hecho o hacer algo completamente nuevo y que resuelva problemas de la sociedad. “La matriz productiva da una mayor visibilidad de los problemas sociales que pueden ser resueltos a partir de la aplicación de soluciones científico-tecnológicas” (Loray, 2017, p.73). La tercera dimensión es la de empresas de base tecnológica (EBT) como mecanismo para que la ciencia y la tecnología sirvan para resolver problemas de la sociedad y sean las creadoras de tecnologías propias (Barrera, Cuevas, Espejel, Venegas & Ybarra, 2017).

La última dimensión es la relación con el entorno, en la que se involucra el medio para innovar y la comunicación fluida entre los actores del sistema. La libertad de relaciones y transmisión y una estructura radial que favorece la difusión viral de las ideas son un entorno ideal para que la innovación se asiente (Freire, 2009). En dicho entorno, las instituciones de gobierno pueden fungir como fuentes importantes de tecnología y maquinaria y equipo (Barrera, Cuevas, Espejel, Venegas & Ybarra, 2017).

### **4. Resultados**

Siguiendo la metodología utilizada, se analizó la información obtenida de los resultados de las convocatorias del PEI, FIT y FOMIX. Específicamente en el PEI, de 2009 a 2013 se aprobaron 168 proyectos; en 2016, se aprobaron 62 proyectos a micro, pequeñas, medianas y grandes empresas (CONACYT, 2018a). En el caso de FOMIX, de 2002 a 2017 se han apoyado a 733 proyectos (CONACYT, 2018b). El FIT ha apoyado 97 proyectos de 2002 a 2016 (CONACYT, 2018c).

A fin de aproximarse a mirar la responsabilidad social de las TIC en el sistema de innovación guanajuatense, se identificaron los proyectos vinculados de tecnologías de información. Para identificar el patrón de comportamiento se estratificaron cinco áreas de conocimiento de TIC: computación matemática; computación y métodos numéricos; comunicación electrónica y control (SCADA); ingeniería informática y gestión; sistemas de manufactura. En la figura 1, se muestra este patrón de prioridades en proyectos vinculados y financiados de 2002 a 2017,



**Figura 1.** Patrón de comportamiento de los proyectos vinculados por área de conocimiento  
Fuente: elaboración propia con base en resultados del PEI, FIT y FOMIX.

Como muestra la figura 1, la ingeniería informática y gestión tuvo su cresta de apoyo en 2004 y poco a poco se fue diluyendo; actualmente, la comunicación, electrónica y control (SCADA), y la computación matemática (big data or cloud computing) dominan los apoyos. También la gráfica refleja una idea del impacto de las tecnologías de información en la competitividad de los sectores productivos y sociales de Guanajuato. A manera de ejemplo, algunos proyectos de automatización para la incorporación de personas con discapacidad a líneas de producción, diseño de maquinaria de transformación, ingenierías de datos, tecnologías de inducción, medición interferométrica de inconsistencias, modelamiento estadístico-matemático para monitoreo y evaluación, sistemas de conteo mediante reconocimiento de patrones o sistemas de monitoreo para eficiencia energética y condiciones ambientales.

En cuanto al instrumento de recolección de datos que se aplicó al subsistema de Gestores de Vinculación, los resultados se presentan de acuerdo con las cuatro dimensiones anteriormente definidas.

## Vinculación

En el estado de Guanajuato, se identifican casos de éxito de proyectos de investigación que han resultado de la vinculación entre centros de investigación, empresas, universidades y gobierno. Este último se considera un actor importante del sistema, ya que proporciona los apoyos económicos que logran esta vinculación. La aproximación geográfica es un punto importante, los centros de investigación se encuentran en puntos estratégicos como vecinos de los diferentes *campus* de las universidades del estado.

Una de las desventajas que se observan, son los tiempos tan diferentes de las empresas con respecto a los procesos de las universidades. Las empresas son tan cambiantes y ágiles, porque dependen de un factor muy importante: el dinero. En cuanto a las universidades, tienden a ir más despacio entre los tiempos de una investigación y otra, por lo que, les resulta difícil ir al ritmo de las empresas. Además, los intereses de ambos son diferentes, por lo que resulta más complicado que se lleguen a acuerdos y eso ralentiza los procesos de vinculación.

## **Impacto Social**

La investigación científica con impacto social se refiere a trabajos de investigación industrial, de cualquier área del conocimiento, que logran una aplicación en el mundo real mediante el desarrollo de tecnología. La innovación es parte importante de ello, la evidencia mostró que las micros y pequeñas empresas también se vinculan y se apropian de la tecnología para su propio beneficio.

## **Empresas de base tecnológica**

Para motivar la creación de empresas de base tecnológica es relevante que, tanto empresas como universidades, cobijen a los investigadores en varios aspectos como en el acceso a equipo e infraestructura tecnológica, en la flexibilidad para negociar la propiedad intelectual, entre otros. La academia debe preocuparse y ocuparse para desarrollar ciencia y tecnología al servicio de la sociedad. Un mecanismo es la creación de EBT, para facilitar su creación las universidades otorgan apoyos económicos, mediante concursos para sus estudiantes y se les apoya con la difusión e integración en redes internacionales.

## **Relación con el Entorno**

El gobierno es el responsable de facilitar la colaboración de la universidad con el entorno, mediante el diseño y operación de mecanismos de financiamiento, la creación de leyes que agilicen los trámites de patentes y de creación de nuevas empresas. En donde las universidades como actor dentro de este sistema innovador que hace investigación, sea la que desarrolle proyectos en conjunto con las empresas apoyados por el gobierno. La intención es que se sumen voluntariamente todos los cuerpos académicos e investigadores a trabajar en conjunto por un bien común.

## **5. Conclusiones y trabajos a futuro**

La principal conclusión es que el factor que inhibe la vinculación entre los actores del sistema de innovación es la diferencia de intereses entre ellos. El tiempo de las empresas es sinónimo de dinero, por lo que sus procedimientos para obtener beneficios económicos son más ágiles; en las universidades y los centros de investigación, el tiempo no es relevante porque prioritariamente buscan generar y transmitir el conocimiento.

La vinculación depende de la política de innovación que desarrolle cada país. El gobierno es el actor encargado de crear las bases que generan las condiciones necesarias para que exista una vinculación (Loray, 2017).

En la vinculación, no basta con las capacidades de las empresas, laboratorios, el sector público, sino que se debe tener bien estructurado un sistema nacional de innovación donde los diferentes actores o agentes involucrados establezcan relaciones mutuas con un fin en común (Rincón, 2004). En el sistema innovador del estado de Guanajuato, la vinculación debe intensificarse en las universidades, primero con la formación de estudiantes en lo que los sectores socio-productivos realmente demandan; si esto no sucede, se inhibe la colaboración con ambas.

Los sistemas de innovación dependen principalmente de las empresas y de las instituciones encargadas de generar, difundir y aplicar el conocimiento (Rincón, 2004). Sin embargo, esta vinculación se ve claramente afectada por las diferencias entre empresas y universidad, aunque la literatura menciona que son las encargadas de difundir el conocimiento.

Las universidades son el actor estratégico para lograr que la innovación fluya, se relacionan fuertemente con el gobierno, pero débilmente con las empresas; se infiere que las universidades deberían motivar a sus estudiantes a crear EBT, integrándolos en los cuerpos académicos y grupo de investigación existentes para que puedan desarrollar y practicar los conocimientos que ya obtuvieron en el aula y cobijarlos hasta que sus proyectos sean una realidad.

## Referencias

- Álvarez, L., Coronado, J. & Cárcamo, M. (2016). Redes de innovación tecnológica en Guanajuato: experiencias de cooperación ciencia-industria local. En Rodríguez, J. et al. (eds.). *Desarrollo desde lo local y dinámicas territoriales*. Pp. 215-235. México: Fontamara.
- Aponte, G. M. (2016). Gestión de la innovación tecnológica mediante el análisis de la información de patentes. *Negotium*, 11(33), p. 42-68.
- Barrera, A., Cuevas, V., Espejel, A., Venegas, J. A. & Ybarra, M. (2017). Sistemas de innovación y patrones de interacción local en el sector rural en México. *Revista de Investigación de la Universidad De La Salle Bajío*, 9(2), 595-614.
- CONACYT. (2018a). Resultados convocatorias y resultados Programa de Estímulos a la innovación. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-programa-de-estimulos-a-la-innovacion>
- CONACYT. (2018b). Estadísticas de fondos Mixtos. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/fondos-mixtos>
- CONACYT. (2018c). Convocatorias SE-CONACYT/Innovación tecnológica. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/convocatorias-y-resultados-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-se-conacyt-innovacion-tecnologica>
- CONEVAL. (2016). *Estadísticas de pobreza de Guanajuato*. Recuperado de <https://coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Guanajuato/Paginas/principal.aspx>
- Draimin, T. (20 de octubre de 2016). ¿Qué es el ecosistema de la innovación? *Ecoticias*. Recuperado de <https://ecoticias.com/tecnologia-verde/170946/ecosistema-innovacion>
- Freire, J. (2009). *El entorno innovador no nace, se hace*. Recuperado de [https://hosteltur.com/64636\\_entorno-innovador-no-nace-se-hace.html](https://hosteltur.com/64636_entorno-innovador-no-nace-se-hace.html)
- Galindo, M. Á. (2012). La corriente de pensamiento Neoschumpeteriana, *ICE: Revista de economía* (865), 23-30. Recuperado de [http://revistasice.com/CachePDF/ICE\\_865\\_23-30\\_7D613CB2326E54D42A3D091099C99315.pdf](http://revistasice.com/CachePDF/ICE_865_23-30_7D613CB2326E54D42A3D091099C99315.pdf)
- Gómez, T. A. (2017). México reprobado en innovación. *El Financiero* (03/07/2017).
- Gracia, M & Moctezuma, E. (2016). ¿Hay impacto del capital humano en la innovación tecnológica de México? *Revista OIKOS*, 20 (41), p. 49-68.
- IMPI. (2018). *IMPI en cifras 2018*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-imp-imp-en-cifras>
- INEGI. (2017). PIB - Entidad Federativa, anual. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/default.aspx>
- López, I. (2017). Un vistazo a la pobreza en México en 6 mapas. *Forbes México*. (diciembre 31, 2017).
- Loray, R. (2017). Políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación: tendencias regionales y espacios de convergencia. *Revista de Estudios Sociales*, 62 68-80.
- Rincón, E. (2004). El sistema nacional de innovación: Un análisis teórico-conceptual. *Opción*, 20 (45), 94-117.
- Subsecretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional. (2018). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2018*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/288>

# Análisis Comparativo de Herramientas de Modelado IFML

I.S.C. Selene Estévez Gámez, M.C.E. Beatriz Alejandra Olivares Zepahua, M.R.T. Ignacio López Martínez, M.C. Celia Romero Torres, M.S.C. Luis Ángel Reyes Hernández

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

{sestevezg, bolivares, ilopez, cromero}@ito-depi.edu.mx, l.a.reyes.h@gmail.com

**Resumen.** El Lenguaje de Modelado de Flujo de Interacción (IFML) es el nuevo estándar adoptado por el Object Management Group (OMG) para cubrir la necesidad de modelar el contenido del front-end y los mecanismos de interacción con el usuario que están disponibles en la interfaz de usuario de una aplicación. Este trabajo presenta un análisis comparativo entre las herramientas de modelado para IFML actualmente disponibles en el mercado: WebRatio Web Platform, el complemento de modelado IFML para Eclipse e IFMLEdit.org.

**Palabras clave:** Ingeniería de software, IFML, Lenguaje de Modelado de Flujo de Interacción, Evaluación.

**Abstract.** The Interaction Flow Modeling Language (IFML) is the new standard adopted by the Object Management Group (OMG) to cover the need to model the content of the front-end and the mechanisms of interaction with the user that are available in the user interface of an application. This paper presents a comparative analysis between the modeling tools for IFML currently available in the market: WebRatio Web Platform, the IFML modeling complement for Eclipse and IFMLEdit.org.

**Keywords:** Software engineering, IFML, Interaction Flow Modeling Language, Assessment.

## 1 Introducción

La elaboración de Aplicaciones Enriquecidas de Internet (RIAs) es una tarea compleja en la que se cruzan muchos requisitos, perspectivas y disciplinas como: diseño gráfico y estética, identidad visual empresarial, diseño de interacción, usabilidad, soporte de múltiples pantallas, contar con funcionalidad inclusive sin conexión a Internet, integración con la lógica del negocio y los datos en el back-end, y coherencia con los modelos de organización de la empresa, entre otras, por lo cual su diseño e implementación consumen una gran cantidad de tiempo [1], aunado al hecho de que para la construcción de un proyecto de software sostenible y con estructura, es necesario realizar un análisis adecuado antes de escribir la primera línea de código [2].

De lo anterior se encuentra que el diseño del *front-end* es un proceso costoso, en donde la colisión de muchos factores complejos impone una continua revisión y refinamiento de la implementación, además de que la situación se agrava por la escasez de automatización en los métodos de producción de software convencionales, lo que provoca una baja reutilización de los artefactos de diseño a través de las interfaces de los diferentes proyectos y una elevada sobrecarga para asegurar la posibilidad de que las aplicaciones sean multiplataforma [3].

En el contexto de lo anteriormente mencionado, en años recientes se ha hecho un mayor énfasis en el diseño y experimentación de lenguajes que cubran la especificación de requerimientos y diseño junto con la verificación y validación en artefactos de software [4], llegando a la especificación del estándar IFML, un lenguaje de modelado de interacción a un nivel independiente de la plataforma que proporciona un conjunto estable de conceptos utilizables para caracterizar los aspectos esenciales de la interacción del usuario con la interfaz de una aplicación de software [5].

### 1.1. Herramienta de modelado

En ingeniería de software, se han establecido varios procesos, metodologías y herramientas para estandarizar y facilitar el proceso de desarrollo. Entre estas herramientas se encuentran aquellas enfocadas en Ingeniería de Software Asistida por Computadora (CASE) que admiten automáticamente varios o todos

los pasos del ciclo de vida de las metodologías de desarrollo de software para mejorar la productividad, lograr la automatización de la producción, junto con la reducción de tiempos y costos en el desarrollo de un proyecto de software, contribuyendo a mejorar la calidad, además de permitir al analista documentar y modelar una aplicación desde la definición de requisitos hasta el diseño, la implementación y pruebas [6].

## **1.2. Lenguaje de Modelado de Flujo de Interacción**

IFML es un estándar del OMG que permite la descripción, independiente de la plataforma, de interfaces gráficas de usuario para aplicaciones a ser implementadas en equipos de escritorio, computadoras portátiles y teléfonos móviles, entre otros [7].

Los principales elementos a modelar en un diagrama de flujo de interacción y cubiertos por el estándar son:

- La estructura de la vista, conformada por contenedores de la vista y la definición de sus relaciones, alcance y visibilidad.
- El contenido de la vista, integrado por componentes de la vista, es decir, contenido y elementos de entrada de datos englobados dentro de un contenedor de la vista.
- Eventos que representan sucesos producidos por la interacción del usuario, por la aplicación o por un sistema externo que pudieran afectar el estado de la interfaz de usuario.
- Transiciones de eventos que describen las afectaciones en la interfaz de usuario de un evento, y son representados en flujos de interacción que conectan contenedores y componentes de la vista con el evento.
- Referencias a acciones desencadenadas por eventos del usuario y referencias a estructuras de información con los datos a ser mostrados en la vista
- Enlace de parámetros, conformado por las dependencias de entrada y salida entre los componentes de la vista con acciones y otros componentes de la vista [8].

## **2 Panorama reducido del estado del arte**

En [9] los autores realizan una revisión sistemática de la literatura examinando las aplicaciones del lenguaje IFML desde su disposición como estándar de la OMG en 2013, señalando que las áreas principales de su aplicación son: aplicaciones móviles, aplicaciones Web y aplicaciones de escritorio entre otras, además de señalar las herramientas más significativas disponibles para modelar, transformar y validar modelos IFML.

Dado el análisis anterior, se observa que existe un estudio que confronta a las principales herramientas de modelado IFML disponibles en el mercado, pero que no profundiza en que tan apegados al estándar están los modelos que se obtienen de ellas; por lo anterior, este trabajo presenta el apego al estándar que tienen las principales herramientas de modelado IFML actualmente disponibles en el mercado: WebRatio Web Platform, el complemento de modelado IFML para Eclipse e IFMLEdit.org, con la finalidad de permitir que el usuario interesado en el uso de alguna de estas herramientas conozca qué tan apegados al estándar IFML serán los modelos realizados en la herramienta de su elección, ya que esto puede ser un factor determinante para su selección. También se indican otras características de cada herramienta, como su soporte a la exportación en formato XML, la licencia con la cual trabajan, el sistema operativo en el cual operan y su capacidad de generación de código a partir de los modelos IFML.

## **3 Descripción de la metodologá o técnica usada**

IFML cuenta con una notación para elementos que nombre como principal y extendido, el análisis comparativo entre los modelos generados en cada herramienta se hizo tanto para los elementos principales como para los elementos extendidos; la definición de dicha notación se encuentra en [10].

### 3.1 Evaluación de las herramientas

Para la evaluación de la medida en que una herramienta de modelado IFML se adhiere a la norma, se establecieron cuatro directrices sobre cómo las herramientas satisfacen los elementos definidos por el estándar IFML y se le asigna un valor numérico a cada una de ellas.

- a) 1: la herramienta representa el concepto IFML completamente apegado a la notación estándar.
- b) 0.5: la herramienta presenta el concepto de IFML con una variación en su nombre o representación gráfica, pero conserva similitud con el estándar.
- c) 0.25: la herramienta representa el concepto de IFML de una manera poco clara.
- d) 0: la herramienta no tiene soporte para modelar el concepto IFML o lo modela de una forma que no corresponde al estándar.

También es importante conocer de cada herramienta si cuenta con soporte a la exportación del modelo en algún formato conocido como XMI, XML o JSON, la licencia con la cual trabaja, el sistema operativo en el que opera y si cuenta con la capacidad de generar código final.

### 3.2 Herramientas seleccionadas

Las herramientas seleccionadas para llevar a cabo este análisis comparativo son las tres principales que se encuentran actualmente disponibles en el mercado.

#### 3.2.1 WebRatio

WebRatio Web Platform es un entorno de desarrollo que proporciona el uso del estándar IFML para modelar el flujo de interacción entre el usuario y la aplicación Web a desarrollar, así como también incorpora elementos para el modelado de dominio [11].

Entre sus aspectos centrales se encuentran:

- Modelado del dominio: Soporta el diseño del modelo de dominio haciendo uso de las características de los diagramas de clases de UML.
- Diseño del *front-end*: Asiste en el diseño de diagramas IFML con los elementos incorporados en la herramienta o por extensiones definidas por el diseñador.
- Diseño de la presentación: Dispone de funcionalidades para definir e importar plantillas de diseño gráfico [7].

Es importante mencionar que existen otras plataformas dentro de WebRatio especializadas en otro tipo de aplicaciones, por ejemplo WebRatio Mobile Platform.

#### 3.2.2 Complemento de modelado IFML para Eclipse

El editor de código abierto de IFML, creado con Sirius, es un proyecto de Eclipse que permite la creación de herramientas de trabajo basadas en EMF (*Eclipse Modeling Framework*), y que provee instrumentos para llevar a cabo el modelado en IFML de elementos como:

- Páginas/ventanas a través de las cuales el usuario interactúa con la aplicación.
- Objetos/datos visualizados por la aplicación o gestionados por lógica de negocio.
- Enlaces entre contenido, objetos/datos y eventos visualizados

La herramienta se encuentra disponible como un complemento para el Entorno de Desarrollo Integrado de Eclipse basado en EMF [12].

#### 3.2.3 IFMLEdit.org

Es una herramienta en línea para el desarrollo rápido de aplicaciones Web que explota el Lenguaje de Flujos de Interacción (IFML) para describir la interacción del usuario con la aplicación por medio de flujos de información en consecuencia s a los eventos del usuario en la interfaz [13].

Sus principales características son que cuenta con elementos para el diseño navegacional en notación IFML y su capacidad de generar prototipos de aplicaciones para dispositivos móviles y Web a partir de sus modelos navegacionales [14].

## 4 Resultados Experimentales

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de analizar el apego de las herramientas con los elementos principales del estándar IFML.

Concepto IFML	Herramientas de modelado		
	WebRatio	Complemento Eclipse	IFMLEdit.org
<i>View Container</i>	1	1	1
<i>XOR View Container</i>	0.5	1	1
<i>Landmark View Container</i>	0.5	1	1
<i>Default View Container</i>	1	1	1
<i>View Component</i>	1	1	1
<i>Catching Event</i>	1	1	1
<i>Throwing Event</i>	1	1	0
<i>Action</i>	1	1	1
<i>Navigation Flow</i>	1	1	1
<i>Data Flow</i>	1	1	1
<i>Parameter</i>	1	1	0.25
<i>Parameter Binding Group</i>	0.5	1	0.5
<i>Activation Expression</i>	1	1	0
<i>Interaction Flow Expression</i>	0	0	0
<i>Module, Module Definition</i>	1	1	0
<i>Input Port, Input Port Definition</i>	1	1	0
<i>Output Port y Output Port Definition</i>	0.5	1	0
<i>View Component Part</i>	1	1	1
Total de elementos soportados	15	17	10.75

**Tabla 1.** Evaluación del soporte a los principales elementos IFML

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos de analizar el apego de las herramientas con los elementos extendidos del estándar IFML.

Complemento IFML	Herramientas de modelado		
	WebRatio	Complemento Eclipse	IFMLEdit.org
<i>Select Event</i>	1	1	0
<i>Submit Event</i>	1	1	0
<i>List</i>	0.5	1	1

Complemento IFML	Herramientas de modelado		
	WebRatio	Complemento Eclipse	IFMLEdit.org
<i>Form, Fields</i>	0.5	1	0
<i>Details</i>	0.5	1	1
<i>Window (Modal, Modeless)</i>	1	0.5	0
Total de elementos soportados	4.5	5.5	2

**Tabla 2.** Evaluación del soporte a los elementos extendidos IFML

La Tabla 3 representa el resto de características relevantes analizadas de cada una de las herramientas de modelado seleccionadas.

Herramienta	Plataforma	Exporta XMI	Formato de exportación	Licencia	Generación de código	Referencias
WebRatio	Windows, Linux y Mac OS	Sí	XML	Comercial *	Sí	[3][7] [11] [15]
Complemento de modelado IFML para Eclipse	Windows y Linux	No	JPG	De código abierto EPL	No	[12] [16]
IFMLEdit.org	Visualizador Web	No	JSON	De código abierto MIT	Sí	[14][17] [18]

**Tabla 3.** Características principales de las herramientas de modelado IFML

\* Existe una versión gratuita, disponible para fines educativos, que no genera código final. También existe una versión académica que genera código pero únicamente bajo formato WAR y no es posible tener acceso al código fuente generado.

## 5 Conclusiones y Trabajos Futuros de Investigación

En este trabajo se realizó la comparación de las principales herramientas para el modelado de flujos de interacción disponibles actualmente en el mercado, ya que tener conocimiento de las principales características de cada herramienta de modelado IFML permite al usuario interesado en realizar modelos navegacionales de sus aplicaciones, determinar de forma acertada cuál de las herramientas presentadas cubre las necesidades específicas de su proyecto a desarrollar, lo cual le llegaría a evitar imprevistos, como serían la incapacidad de obtención de sus modelos en determinados formatos requeridos, imposibilidad de trabajar con la herramienta en su plataforma disponible o incapacidad de la obtención de una licencia para utilizar la herramienta.

A partir de los resultados obtenidos en este artículo, actualmente se trabaja en la generación de código, acotado a lenguajes de desarrollo Web para Aplicaciones Enriquecidas de Internet, a partir de modelos navegacionales extraídos en formato XML de la herramienta de modelado WebRatio, que representan en modelo de dominio y modelo navegacional de las aplicaciones a generar, en conjunto con diagramas de clases UML para complementar la parte del modelo de negocio.

**Agradecimientos.** El primer autor quiere agradecer el apoyo financiero otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) , el cual permitió el desarrollo de esta investigación..

## Referencias

- [1] S. Roubi, M. Erramdani, y S. Mbarki, «A model driven approach to generate graphical user interfaces for Rich Internet Applications using Interaction Flow Modeling Language», en *2015 15th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA)*, 2015, pp. 272-276.
- [2] K. Frajták, M. Bureš, y I. Jelínek, «Transformation of IFML Schemas to Automated Tests», en *Proceedings of the 2015 Conference on Research in Adaptive and Convergent Systems*, New York, NY, USA, 2015, pp. 509–511.
- [3] R. Acerbis, A. Bongio, M. Brambilla, y S. Butti, «Model-driven development based on omg’s IFML with webratio web and mobile platform», en *International Conference on Web Engineering*, 2015, pp. 605–608.
- [4] C. Bernaschina, M. Brambilla, T. Koka, A. Mauri, y E. Umhuoza, «Integrating Modeling Languages and Web Logs for Enhanced User Behavior Analytics», en *Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion*, Republic and Canton of Geneva, Switzerland, 2017, pp. 171–175.
- [5] M. Brambilla y P. Fraternali, *Interaction Flow Modeling Language: Model-Driven UI Engineering of Web and Mobile Apps with IFML*, 1st ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2014.
- [6] C. Cobos, J. Zuñiga, J. Guarín, E. León, y M. Mendoza, «CMIN - herramienta case basada en CRISP-DM para el soporte de proyectos de minería de datos», *Ingeniería e Investigación*, vol. 30, n.º 3, pp. 45-56, 2010.
- [7] R. Acerbis, A. Bongio, S. Butti, y M. Brambilla, «Model-driven Development of Cross-platform Mobile Applications with WebRatio and IFML», en *Proceedings of the Second ACM International Conference on Mobile Software Engineering and Systems*, Piscataway, NJ, USA, 2015, pp. 170–171.
- [8] M. Brambilla, E. Umhuoza, y R. Acerbis, «Model-driven development of user interfaces for IoT systems via domain-specific components and patterns», *J. Internet Serv. Appl.*, vol. 8, n.º 1, p. 14, sep. 2017.
- [9] M. Hamdani, W. H. Butt, M. W. Anwar, y F. Azam, «A Systematic Literature Review on Interaction Flow Modeling Language (IFML)», en *Proceedings of the 2018 2Nd International Conference on Management Engineering, Software Engineering and Service Sciences*, New York, NY, USA, 2018, pp. 134–138.
- [10] M. Brambilla y P. Fraternali, «Interaction Flow Modeling Language (IFML) 1.0. OMG Standard Spec». [En línea]. Disponible en: <http://www.ifml.org>.
- [11] WebRatio, «WebRatio Web Platform». [En línea]. Disponible en: <https://www.webratio.com/site/content/en/web-application-development>. [Accedido: 08-oct-2017].
- [12] WebRatio, «IFML Open Source editor now available on Eclipse Marketplace and GitHub», 03-nov-2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.webratio.com/site/content/en/news-detail/ifml-open-source-editor-now-available-on-eclipse-marketplace-and-github>. [Accedido: 08-oct-2017].
- [13] E. Falzone y C. Bernaschina, «Model Based Rapid Prototyping and Evolution of Web Application», en *Web Engineering*, Cham, 2018, pp. 496–500.
- [14] IFMLEdit.org, «IFMLEdit.org», 2016. [En línea]. Disponible en: <http://ifmledit.org/>. [Accedido: 08-oct-2017].
- [15] E. Umhuoza, H. E. Douibi, M. Brambilla, J. Cabot, y A. Bongio, «Automatic Code Generation for Cross-Platform, Multi-device Mobile Apps: Some Reflections from an Industrial Experience», en *3rd International Workshop on Mobile Development Lifecycle*, Pittsburgh, PA, USA, 2015, pp. 37-44.
- [16] eclipse, «Eclipse IDE for Java Developers». [En línea]. Disponible en: <https://www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-ide-java-developers/oxygen1a>. [Accedido: 10-oct-2017].
- [17] C. Bernaschina, S. Comai, y P. Fraternali, «Online Model Editing, Simulation and Code Generation for Web and Mobile Applications», en *Proceedings of the 9th International Workshop on Modelling in Software Engineering*, Piscataway, NJ, USA, 2017, pp. 33–39.
- [18] C. Bernaschina, S. Comai, y P. Fraternali, «IFMLEdit.Org: Model Driven Rapid Prototyping of Mobile Apps», en *Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems*, Piscataway, NJ, USA, 2017, pp. 207–208.

# Modelo de Coaching de difusión y divulgación en el seguimiento de egresados para la inserción en el mercado laboral

Gamboa Rodríguez P.G.<sup>1</sup>, Cuenca Álvarez E.<sup>2</sup> Tostado Ramírez, I.<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> División de Ingeniería Informática, Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos. Carretera Antigua Minatitlán Km. 16.5, Col. Reserva Territorial, C.P. 96536, Coatzacoalcos, Veracruz, México.

<sup>1,2</sup> División de Ingeniería Informática, Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Mazatlán. Av. Universidad y Leonismo Internacional, Tellería, Tellería, 82000 Mazatlán, Sin.  
<sup>1</sup>pgamboar@itesco.edu.mx, <sup>2</sup>ecuencaa@itesco.edu.mx, <sup>3</sup>itostado@gmail.com

**Resumen.** El presente estudio se genera a partir de las estadías en el departamento de Vinculación donde se encuentra el enlace final entre el estudiante y el futuro profesional próximo a egresar. Dicho departamento cuenta con la consigna de mantener la comunicación abierta entre la comunidad estudiantil y las diferentes oportunidades locales, estatales, nacionales e internacionales que permitan ser el enlace para los jóvenes durante su estancia académica y posterior a ella. Recluta-Te, es la plataforma resultante que permite acortar la brecha de comunicación entre el departamento de vinculación, las áreas de oportunidad (capacitación, ofertas laborales, becas, estancias o estadías estudiantiles, servicio social y/o residencias profesionales) proveedores de las mismas y la comunidad estudiantil o egresada, esto a través de un seguimiento de couch establecido por la vinculación escolar de la Institución.

**Palabras Clave:** Plataforma WEB, Seguimiento de Egresados, Coach de retroalimentación.

**Summary.** The present study is generated from the stays in the Department of Bonding where the final link between the student and the future professional nearing graduation is found. This department has the aim of maintaining open communication between the student community and the different local, state, national and international opportunities that allow young people to be connected during their academic stay and afterwards. Recluta -Te, is the resulting platform that allows to shorten the communication gap between the department of connection, the areas of opportunity (training, job offers, scholarships, stays or student stays, social service and / or professional residences) suppliers of the same and the student community or graduates, this through a follow-up of couch established by the school link of the Institution.

**Keywords:** WEB Platform, Graduate Tracking, Feedback Coach.

## 1 Introducción

El seguimiento de egresados, es uno de los procesos del departamento de vinculación, el cual involucra como una de sus actividades el quehacer de una bolsa de trabajo, que durante el periodo septiembre 2014, se estableció mediante un convenio con el Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos y la empresa OCC Mundial, dicho portal WEB, permite una interfaz personalizada de la Institución en la cual los jóvenes podrían ingresar y activar una cuenta que conforme a la declaración del CEO Jorge Caballero Acosta, representante de la Red Universitaria Institucional de OCC Mundial establecería el alcance de las ofertas laborales de más de 18 mil empresas de la región y sus alrededores.[1]

Sin embargo, fue durante el 2017 que a través del Tecnológico Nacional de México y sus convenios se permeó entre todas las instituciones, para establecer una sola interfaz que homologará el acceso a los jóvenes universitarios próximos a egresar, brindando el acercamiento a las ofertas laborales. Tal como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Portal de Bolsa de Trabajo TecNM – OCC Mundial (Red Universitaria)

Dicha plataforma presenta la opción de registrarse como estudiante egresado al momento de estar realizando los trámites correspondientes a su proceso de titulación, periodo que les permite ingresar y mantener una cuenta activa en busca de oportunidades para ellos. Sin embargo, dicha plataforma no cubre con una de las principales características que proponemos, por otro lado los jóvenes pueden ingresar al portal encontrando oportunidades de manera local o aledañas, mantener las postulaciones correspondientes a sus áreas conforme a las vacantes establecidas, sin embargo al cierre o al cubrir las no cuentan una retroalimentación directa que les permita a los egresados dar continuidad al fortalecimiento de sus áreas de oportunidad que desconocen, generando con ello la falta de comunicación en el departamento de Vinculación por no mantener abierto un canal dirigido a ellos.

Conforme a las causales mencionadas se establece la propuesta de desarrollo de Recluta – Te , la cual es una plataforma de difusión del estudiante activo y próximo a egresar, donde se proporciona un modelo de trabajo a la inversa, los jóvenes desde el cuarto semestre de su carrera podrán participar en convocatorias de becarios, recursos económicos, proyectos, vacantes laborales, con la vertiente de retroalimentar y promover el capital humano, siendo un promotor desde su capacitación por cursos – becas, y de los motivos que definen las áreas de oportunidad que tendrá el joven para poder ser candidato en las diferentes vacantes disponibles, de igual manera la comunicación vigente a través del gestor de vinculación, el sector de oportunidad, estudiante activo y el próximo a egresar, manteniendo como una de las oportunidades de mayor impacto: la capacitación continua de los estudiantes, el fortalecimiento de las áreas de oportunidad al conocer la retroalimentación de ser aceptado o declinado en una oferta laboral. El acercamiento con empresas locales, estatales, nacionales e internacionales en busca de oportunidades que permitan un crecimiento para el joven en desarrollo académico durante su vigencia, fomentando su Curriculum vitae antes de ser egresado.

### 1.1 La Vinculación como estrategia institucional sobre la responsabilidad social.

Es importante mencionar como explica el Profesor. Enrique Hernández Laos que el fenómeno de la tasa de desempleo deriva de dos factores iniciales: “El primero es que cada vez hay más egresados de las universidades y el segundo es que el crecimiento del empleo ha sido más lento, y la razón es porque la economía mexicana se expande por debajo de lo que se requiere para las necesidades de empleo”[2], de igual forma establece que conforme las universidades realizan su tarea en la formación de futuros profesionistas, la poca oferta de plaza permita que se tengan que quedar en el desempleo, ocuparse en la informalidad o aceptar trabajos con bajo ingreso por la alta competencia existente en la cantidad de egresados de otras instituciones.[2]

Una de las expresiones más importantes y de acuerdo a algunos estudios se establece “que el mayor desempleo en los más educados se debe en gran parte a que son personas que tienen más aspiraciones profesionales”[3], esto se traduce a que una persona como futuro profesionista entre mayor se prepare y fortalezca su educación, mayor será el interés en sus aspiraciones profesionales, lo que considera que no permita aceptar cualquier oferta de trabajo que no cumpla con los requisitos mínimos establecidos de manera personal. Todo esto define, como la tasa de desempleo se encuentra de manera incremental en las

zonas urbanas que rurales, por la falta de ofertas que permitan el crecimiento personal y profesional de aquellos que se encuentran preparados y compitiendo con otros egresados. [3]

Esto se contempla con la responsabilidad social y la relación con la vinculación institucional, puesto que es un compromiso de la Institución formar jóvenes preparados en su oferta académica, de igual manera se establece que las áreas que se involucran en su quehacer académico permitan una operación integral en el beneficio de la comunidad estudiantil, ahí es donde radica el objetivo de la vinculación en el quehacer académico, puesto que debe permitir que dichos jóvenes mantengan sus operaciones activas como establece el manual de lineamientos de operación del Tecnológico Nacional de México, siendo las principales: Apoyos económicos (Becas), Estadías profesionales – universitarias (Locales, Estatales, Nacionales y/o Internacionales), Fortalecimiento al seguimiento de posgrados, Ofertas Laborales, Capacitación continua, Ofertas de Servicio Social así como Ofertas de Residencia profesional por mencionar algunas. [4]

Es necesario concientizar la importancia de la vinculación en su aporte al último paso de los estudiantes próximos a egresar, esto permitirá que se mantenga una fortaleza en las instituciones al ser el vínculo de enlace con el sector laboral sea industrial - comercial, así como el enlace con los otros pasos mencionados. Conforme a este estudio se origina Recluta-Te, la cual se considera la propuesta que permitirá mantener el compromiso y la responsabilidad por parte del departamento de Vinculación Institucional, no solo en el quehacer académico sino el seguimiento de coach hacia los jóvenes por egresar, manteniendo un índice de estudiantes titulados y otros incorporados con apoyo de la plataforma al sector que corresponda.

## **1.2 Recluta-Te, fortaleza de crecimiento en la dirección del seguimiento a egresados y estudiantes activos.**

El departamento de Vinculación del Instituto Tecnológico Superior de Coahuila de Zaragoza, establece en sus procesos de desarrollo conforme al manual de los lineamientos del Tecnológico Nacional de México el seguimiento a los jóvenes a egresar, así como los estudiantes activos en sus diferentes actividades denominadas como: Visitas industriales, Becas de apoyo académico consideradas de manera institucional, estatal o federal de acuerdo al presupuesto definido, Estadías – Becarios, concepto que rige a los jóvenes que participan en diferentes empresas de giro privado con el objetivo de poder incrementar sus capacidades y conocimientos logrando en algunos casos, dar continuidad a sus prácticas de residencias profesionales y en otros establecerse de manera permanente, esto se logra por medio de convocatorias que solo se muestran en las redes sociales, portal institucional, apoyo con la bolsa de trabajo firmada por convenio con los institutos pertenecientes al sistema del Tecnológico Nacional de México, pero de igual manera mantiene sus comunicaciones limitadas, puesto que si bien existe una difusión de las convocatorias de este tipo, no se mantiene de otros giros, tales como: ¿Qué ocurre si el estudiante quiere estudiar un posgrado?, ¿Dónde puede capacitarse el estudiante de manera continua ante las tendencias existentes fuera del entorno académico?, ¿Si quisiera participar en una estancia como becario, donde obtengo la información y el seguimiento a la misma, sin necesidad de presentarme o comunicarme vía telefónica?, o bien ¿Quién me proporcionará la retroalimentación ante las fallas obtenidas dentro de un seguimiento de oferta laboral?, puesto que todo se define como una aceptación o declinación más no una oportunidad de crecimiento sobre las áreas establecidas y sobre sus mismas áreas de oportunidad personal.

Recluta-Te permitirá mantener un clúster institucional, que fortalezca la comunicación entre la comunidad estudiantil y el departamento de vinculación con sus responsables, esto podrá mantener el término de los procesos, conocer aquellas convocatorias de diferentes ramas en un solo portal o en un solo medio de comunicación, con la garantía de poder dar continuidad desde la formación de su Curriculum vitae, ante las entrevistas para solicitud de servicio social, residencias profesionales y Ofertas Laborales, esto con el apoyo de talleres de fortalecimiento, ferias de empleo, difusión y divulgación dentro de la plataforma, pero de igual manera la constante comunicación en la retroalimentación e identificación de las áreas de oportunidad derivadas de cada una de las convocatorias abiertas y que se haya participado.

### **1.3 Recluta-Te, en el seguimiento de couch para la comunidad estudiantil.**

Este proyecto de investigación se ha basado en la experiencia que en la región sur del estado de Veracruz se ha presentado, actualmente la ciudad de Coatzacoalcos cuenta con diferentes fuentes de empleo orientadas al área petroquímica, sin embargo, se ha mermado los espacios dentro de los estudiantes al no contar con el amparo y respaldo de un seguimiento en su formación laboral.

Se considera que el plan de estudios de las ingenierías que se establecen como oferta educativa cumplen con las expectativas del sector laboral, pero quedaría el siguiente cuestionamiento: ¿Qué aspectos definen la contratación del futuro egresado, ¿cuáles son las habilidades, actitudes, y competencias que deben adquirir durante su desarrollo académico? Y más aún, existe el mercado laboral para captar todo el capital humano que egresa año con año de las diferentes instituciones educativas superiores.

De acuerdo a estos cuestionamientos, y reforzando el cumplimiento de la responsabilidad que nos compete como institución, se genera Recluta-Te, que es precisamente el apoyo directo entre el departamento de vinculación, las direcciones académicas, la academia y la comunidad estudiantil considerada como los futuros profesionistas y que serán la estadística de los egresados.

El funcionamiento principal recae, en la generación de un clúster que es administrado por la subdirección de vinculación, mismo que captará las ofertas tanto laborales como todas aquellas oportunidades que se establecen en el manual del TecNM. Dicho espacio tendrá apertura con la comunidad estudiantil quien a través de la dirección académica permitirá que sean difundidas estas oportunidades y sean invitados a formar parte desde el cuarto semestre, con cursos de capacitación que son vinculados en diferentes plataformas nacionales e internacionales, esto les acercará a ser parte de certificaciones y que podrán visualizar el camino a futuro que decidan, siendo estos como investigadores al contar con espacios de posgrado a estudiar, o bien incubadoras de negocio para la formación de sus ideas, así mismo intercambios estudiantiles, integración en las empresas como becarios y posterior como practicas – residentes.

*¿Si esto se cumple de manera parcial, cual es el beneficio de Recluta-Te dentro de un proceso de acreditación?*, dentro de las evaluaciones correspondientes a los diferentes programas académicos con entorno en la computación y/o informática, se puede observar estadísticas, convenios vigentes, capacitaciones, formación en el quehacer académico, sin embargo, es necesario contar con herramientas que puedan medir la salida del joven, que se encuentra por integrarse a un mercado laboral. La plataforma pretende establecerse como una de esas herramientas de apoyo, a través de la difusión integral de la información como área de oportunidad, siendo orientados constantemente a través de sus coordinadores de carrera, tutores, academia y toda persona que se encuentre involucrada en el área de vinculación y desarrollo académico.

El clúster se encontrará implementado dentro del servidor institucional, pero podrá tener bajo convenio la colaboración de toda aquella institución que quiera participar dentro de esta oportunidad de mejora. Lo cual incluye la instrucción al programa tanto de los estudiantes, profesorado, administrativos y directivos, inmersos a la problemática. De igual forma se capacita a los jóvenes con herramientas para la integración al sector laboral, tales como: formación del Curriculum Vitae, hoja de vida, verificación de sus cursos y orientación a una entrevista, evitando esas vertientes de fallo en sus primeros contactos de solicitud en el sector laboral como egresado.

## **2 Método de Investigación.**

El método de investigación que se utilizó es cuantitativo, con el objetivo de conocer la percepción de los estudiantes respecto al uso de las funciones que provee el departamento de Vinculación con el uso de la plataforma bajo convenio de OCC Mundial, a fin de especificar aquellos estudiantes que han sido beneficiados por medio de la aplicación, y bien que han recibido alguna oportunidad de mejora en la proyección de sus áreas de oportunidad.

La investigación se llevó a cabo en la población de estudiantes que han egresado durante el período Agosto diciembre 2017, que son hombres y mujeres del noveno semestre terminado, y que se encuentran en proceso de titulación, de igual manera de la oferta académica que se encuentran dentro de la Institución, dando un total de 234 estudiantes. Se consideró una muestra probabilística aleatoria simple, derivado de que no se requieren expertos, ni casos tipos, sólo que tengan la disposición de responder. El cálculo se realizó considerando un nivel de confiabilidad del 95% y un margen de error del 5%, a través de la siguiente fórmula. Ver Figura 2.

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 \sigma^2}$$

Fig. 2. Fórmula de cálculo de población

En donde:

n = es el tamaño de la muestra poblacional a obtener.

N = es el tamaño de la población total.

Representa la desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato es común utilizar un valor constante que equivale a 0.5

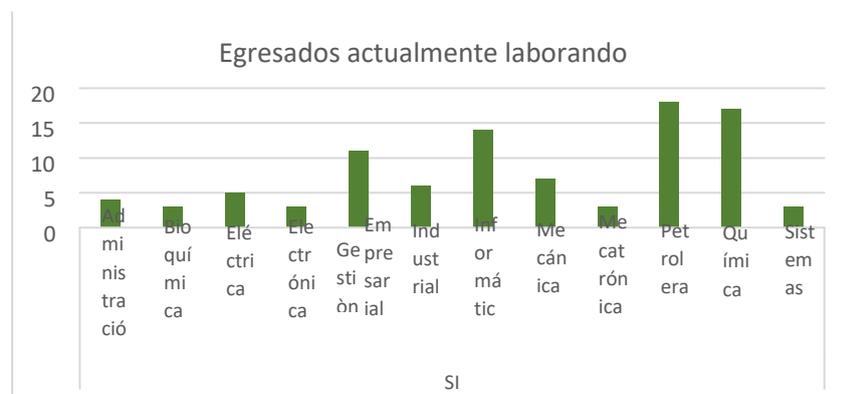
Z = es el valor obtenido mediante niveles de confianza. Su valor es una constante, por lo general se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza que se desee siendo 99% el valor más alto (este valor equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable.

e = representa el límite aceptable de error muestral, generalmente va del 1% (0.01) al 9% (0.09), siendo 5% (0.5) el valor estándar usado en las investigaciones. [5]

Considerando los datos solicitados se obtiene una muestra de 234 estudiantes sobre una población de 430 estudiantes egresados en las diferentes carreras, es importante mencionar que solo se mostrarán algunas de las preguntas seleccionadas para el proyecto puesto que el instrumento de encuesta es conforme al seguimiento de egresados establecidos por el TecNM (Tecnológico Nacional de México), de acuerdo a los datos obtenidos del departamento de vinculación del Instituto Tecnológico Nacional de Coatzacoalcos.

De acuerdo con dichos datos se realizan las siguientes preguntas:

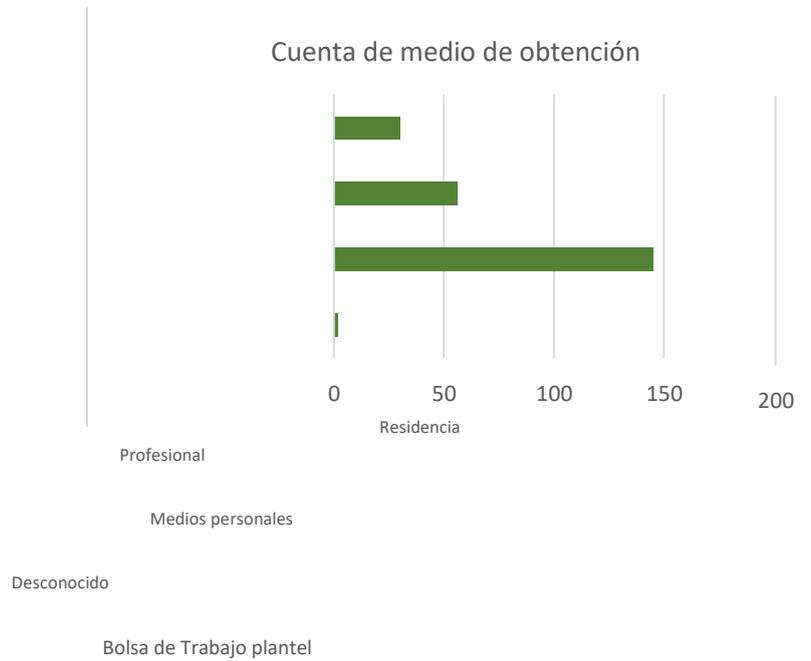
1.- ¿Actualmente se encuentra laborando?



Gráfica 1. Estudiantes laborando actualmente.

Conforme a la encuesta realizada por el departamento de vinculación, a la generación Agosto – Diciembre 2017, se obtiene que 94 estudiantes egresados de 234 aplicados a la encuesta, dando un total del 40% de la muestra, que se encuentran laborando en el presente período.

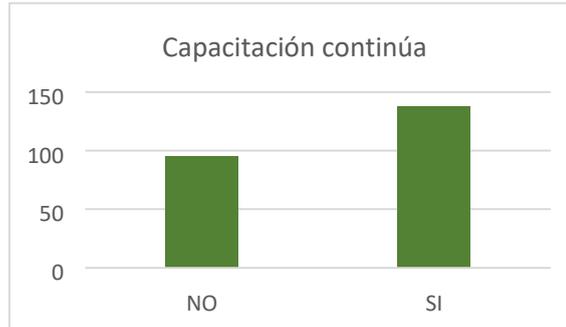
2.- ¿Cuál es el medio que utilizó para obtener su actual trabajo?



Gráfica 2. Estudiantes laborando actualmente

Con los resultados obtenidos se puede demostrar la falta de confiabilidad en las respuestas mostradas por parte de la comunidad estudiantil, de igual forma solo 2 estudiantes declararon haber encontrado su actual trabajo por medio de la bolsa, y 56 de ellos a través de sus propios medios, completando que 30 estudiantes pudieron colocarse posterior a la realización de sus Residencias Profesionales, siendo la última un área de oportunidad para ellos.

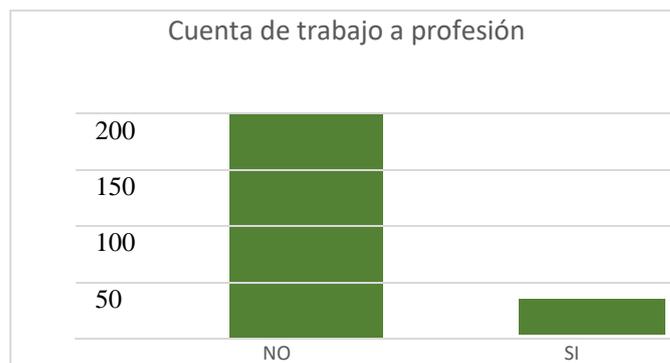
3.- ¿Consideras que la capacitación continua es importante en la ubicación laboral?



Gráfica 3. Importancia de la capacitación continua.

De las 234 encuestas aplicadas, se contempla que 138 estudiantes egresados correspondientes al 59% de la muestra, mantienen una cultura de capacitación continua, mientras que el resto consideran que no es necesaria para la ubicación en el sector laboral. Si bien es considerado un área de oportunidad, queda con el proyecto la participación de fomentar la capacitación en los estudiantes, permitiendo se encuentren actualizados y siempre a la vanguardia de las ingenierías que estudian. Esto permitirá que puedan ser candidatos a mejores ofertas laborales o bien a estudios continuos de posgrado.

4.- ¿Trabajas actualmente en tu área de estudio?



Gráfica 4. Ubicación laboral en sus áreas de formación académica.

La gráfica nos muestra que a pesar de considerar que existe una parte de los estudiantes egresados actualmente laborando siendo 94 como la pregunta anteriormente definida, solo 32 estudiantes se encuentran dentro de su área de desarrollo profesional, nuestra región es basta de complejos petroquímicos industriales, mantienen un sector comercial y de servicios, pero es insuficiente ante la demanda de estudiantes preparados que buscan una oferta laboral que contemple los conocimientos desarrollados, al igual es correcto mencionar que pueden existir causales como: índices minoritarios en el cumplimiento de los requisitos solicitados en las ofertas laborales, falta de capacitación y/o certificación en algunos puntos solicitados, disponibilidad de viajar, compromisos personales, por mencionar algunos, también es considerado que no conocen dichas restricciones al no mantener una comunicación y/o retroalimentación con los reclutadores de los portales de bolsa de trabajo, y generando un desconocimiento de aquellas áreas de fortaleza y oportunidad que puedan tener ellos.

### 3 Desarrollo del Proyecto.

Con la investigación desarrollada para los estudiantes egresados, se propone la Plataforma Recluta-Te, que se considera un coach de seguimiento en su ubicación laboral, en el desempeño estudiantil, su fortalecimiento ante áreas de oportunidad y retroalimentación.

Recluta-Te se encuentra desarrollado con el apoyo de Apache, MySQL y PHP, para la creación de la Plataforma que permite una comunicación eficaz con los jóvenes desde el cuarto semestre, formando una cultura de capacitación continua, manejo de oportunidades y desarrollo de habilidades que les permitirá poder ubicarse de una manera mejor ante el mundo laboral, al que se enfrentan en un futuro.



Figura 3. Presentación inicial de Recluta-Te

Para el desarrollo de esta aplicación se mantuvo la participación activa de la vinculación con dos Instituciones: El instituto Tecnológico de la Región Sierra y el Instituto Tecnológico de Macuspana, ambos en centrarse como células de prueba piloto para la aplicación. Por ello se encuentran en el inicio de la aplicación dando reconocimiento a su colaboración.

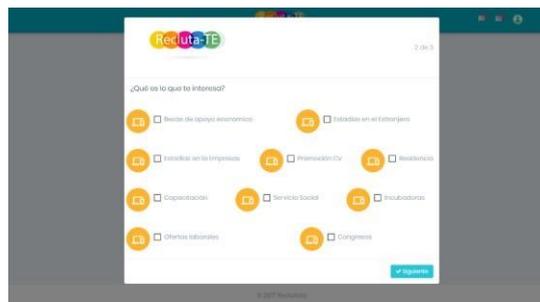


Figura 4. Áreas de oportunidad de la comunidad inscrita.

La diferencia radical entre las bolsas de trabajo, la difusión de oportunidades y el espacio creado para que los jóvenes encuentren capacitaciones gratis y becas de apoyo comparadas con la aplicación, es precisamente que en Recluta-Te se encuentran todas las oportunidades que necesita el estudiante para poder participar y fomentar, así como incrementar habilidades, desarrollo y generar aquellas prioridades que sean importantes en su formación profesional. Es importante recordar que los jóvenes inician en esta aplicación a partir del cuarto semestre de su carrera.

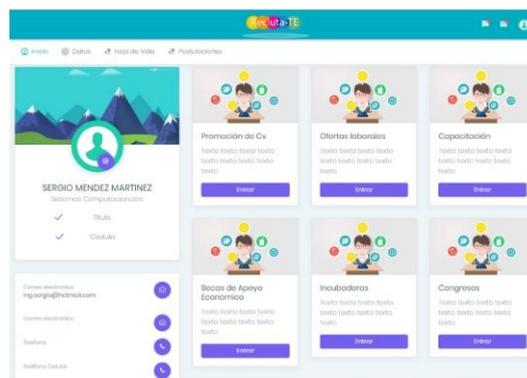


Figura 5. Panel de oportunidades selectivas para el estudiante.

La aplicación permite que el estudiante, pueda acceder a la comunicación de aquellas áreas de su interés colocando sus datos personales, y permitiendo que el coach pueda saber de manera detallada como

contactarle y sus habilidades de seguimiento, analizando aquellas en las que pueda darse continuidad de capacitación.

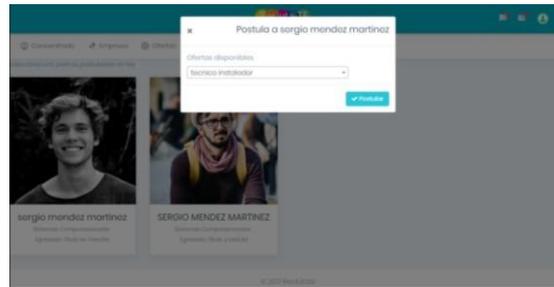


Figura 6. Postulación de los candidatos a la oferta.

Las empresas registran sus oportunidades, y el coach revisa las personas conforme a un filtro que se encuentren o contemple los requisitos solicitados por la postulación, la aplicación permite dar una revisión a su hoja de vida, misma que es enviada a la empresa para ser evaluada y considerar los candidatos al puesto requerido.

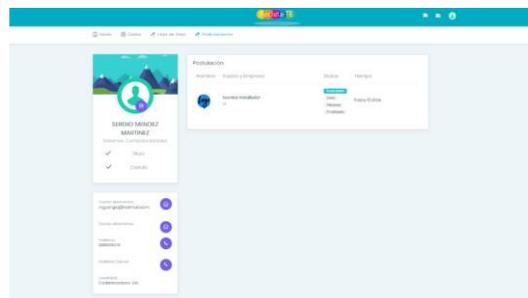


Figura 7. Postulación activa del estudiante.

Recluta-Te mantiene informado al estudiante sobre el avance en alguna postulación, generándose estados desde visto el Curriculum por parte de la empresa, proceso si se encuentra en entrevistas y contacto con él, y concluido para poder informarle en caso de ser aceptado y caso contrario detallarle los motivos por los cuales fue declinada su postulación.

La aplicación permite este proceso, no solo de acuerdo a una oferta laboral, sino de la misma manera con los procesos principales de la vinculación: Becas de estudio de posgrado, intercambios estudiantiles, becas de apoyo económico, estadías en empresas, residencias profesionales, servicio social, así como la capacitación continua como estudiante y fuera de ese rol.

#### 4 Resultados y conclusiones.

Actualmente la aplicación se encuentra en el área de pruebas bajo el rubro de oferta laboral, sin embargo, para dar fortalecimiento a este, se indica a los jóvenes de cuarto semestre ingresar a la plataforma, pero de manera previa capacitarse con el taller para estudiantes.



Figura 8. Taller de capacitación.

En dicho taller se les capacita para poder homologar el concepto de coach, seguimiento continuo, la importancia en el desarrollo de la hoja de vida, su objetivo profesional, su vestimenta, su actitud y sobre todo aprender a identificar sus áreas de oportunidad.

Recluta-Te, se considera la plataforma que permitirá un apoyo al departamento de Vinculación en nuestra institución al poder mantener la comunicación cercana con el sector externo y la comunidad estudiantil, brindando oportunidades a nuestros estudiantes, que de manera individual tendrían que formar el hábito de buscarlas en un espacio completamente diferente.

Dicho proyecto, ha sido presentado y se ha iniciado la capacitación de los jóvenes del Instituto Tecnológico Superior de Macuspana, quienes con sus respuestas nos permiten dar fortalecimiento en la continuidad del presente.

El desarrollo y administración de la aplicación busca fomentar la cultura de oportunidades en el departamento de vinculación siguiendo los lineamientos establecidos por el TecNM, y cumpliendo con la responsabilidad social que se cuenta, una Institución no solo es responsable de la generación de futuros ingenieros, sino de darle las herramientas de estudio necesarias para cumplir con los requisitos establecidos en el mundo laboral, y bien ser una estrategia para dar confianza y seguridad al sentirse preparados y formados por estas alternativas que son complementarias a su plan de estudio.

Es importante mencionar que el presente proyecto ha sido iniciado como prueba piloto dentro de la oferta educativa de Ingeniería en Sistemas Computacionales, bajo la revisión continua de la Jefatura de División de la Carrera y la Subdirección de Posgrado, así como la Dirección Académica de la institución.

## 5 Citas y Referencias.

- [1] Pérez N, J.L.: Firman ITESCO y OCCMundial importante convenio de colaboración. <http://heraldodecoatzacoalcos.com.mx/estado/coatzacoalcos/10030-firman-itesco-y-empresa-occ-mundial-importante-convenio-de-colaboracion.html>. (2014). Accedido el 26 de marzo de 2018.
- [2] Hernández, L. E.: *Panorama del Mercado Laboral de Profesionistas en México*. Economía UNAM (2004).
- [3] Cantillo, P.: Aumentan desempleados con educación. <http://www.dineroenimagen.com/2016-03-28/70692> (2016). Accedido el 26 de marzo de 2018.
- [4] Instituto Tecnológico Nacional de México: Normateca de la Dirección de Vinculación e Intercambio académico. <http://www.tecnm.mx/academica/normateca-de-la-direccion-de-vinculacion-dp1>. (2018). Accedido el 20 de marzo de 2018.
- [5] Sampieri, R.: *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill (2017)

# VIII. E-learning

# Estudio de Factibilidad de la Licenciatura en Informática en la Región Oriente del Estado de Morelos y sus Elementos Académicos

Dr. Francisco Javier Pineda Méndez<sup>1</sup>, Daniel Navarro Díaz<sup>2</sup> y Alex Fredy Rivera Sandoval<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Escuela de Estudios Superiores de Atlatlahucan. Universidad Autónoma del Estado de Morelos / [pakopineda@live.com.mx](mailto:pakopineda@live.com.mx) / Privada Tamaulipas No. 11, Colonia Chapultepec, Cuernavaca, Morelos, México. Código Postal 62450 / Teléfono (01 777) 777 523 9043.

<sup>2</sup>Escuela de Estudios Superiores de Atlatlahucan. Universidad Autónoma del Estado de Morelos / [daniel.navarro9697@gmail.com](mailto:daniel.navarro9697@gmail.com) / C. Universidad s/n, Barrio San Antonio, Atlatlahucan, Morelos, México. C.P. 62840 / Teléfono (01 777) 329 70 00 Ext. 7117 y 2300 al 2305.

<sup>3</sup>Escuela de Estudios Superiores de Atlatlahucan. Universidad Autónoma del Estado de Morelos / [barcelona\\_216@hotmail.com](mailto:barcelona_216@hotmail.com) / C. Universidad s/n, Barrio San Antonio, Atlatlahucan, Morelos, México. C.P. 62840 / Teléfono (01 777) 329 70 00 Ext. 7117 y 2300 al 2305.

**Resumen:** la conveniencia de ofertar programas educativos, que gocen con la garantía, de que tendrán una demanda del mercado donde serán asignados, solo se logra a través de un estudio de factibilidad del segmento correspondiente, el cual nos indique que elementos académicos se deben considerar.

**Abstract:** the convenience of offering educational programs, which enjoy the guarantee, that they will have a market demand where they will be assigned, is only achieved through a feasibility study of the corresponding segment, which tells us what academic elements should be considered.

**Palabras Clave:** Estudio de Factibilidad.

## 1. Introducción

El avance tecnológico y del conocimiento con el cual se convive todos los días, aunado por el dinamismo e influencia de la globalización y de la competitividad mundial, han dado como resultado que la tecnología también se actualice y cambie rápidamente en espacios de tiempo cada vez más cortos; así como las necesidades de los usuarios son más demandantes y específicas.

La informática es una de las ciencias que no es ajena a este autoritarismo tecnológico, los nuevos paradigmas reclaman su inclusión estratégica en todos los sectores y niveles tanto económicos como sociales del país, ya sean públicos o privados. Para hacer frente a estos retos, se requiere de personal altamente capacitado en las diferentes especializaciones de la Informática; por lo que es necesario determinar una demanda legítima de mercado, que responda a estas.

La Escuela de Estudios Superiores de Atlatlahucan (EESAtl) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), consiente de su compromiso social, se ha dado a la tarea de realizar un Estudio de Factibilidad en la región oriente del estado de Morelos, para determinar la pertinencia y elementos académicos del Programa Educativo de la Licenciatura en Informática, para una actualización adecuada del plan de estudios vigente.

## 2. Estado del Arte

### 2.1 Contexto Global

El desarrollo de la Informática y de las Tecnologías de la Información; así como su explotación y dominio, depende del elemento humano y su debida capacitación, el cual debe ser competente para impactar en su entorno social y profesional en el que participa; por lo que resulta conveniente lo que Alzati afirma (Alzati, 1993) [1]:

El propósito fundamental del desarrollo y de la actividad social, es el bienestar de la propia sociedad, podemos plantearnos desde la perspectiva de cualquier profesión, de cualquier grupo organizado, lo siguiente: ¿cómo contribuyo yo, o mi grupo, o mi organización al bienestar social? sin perder de vista que el bienestar social resulta de agregar el bienestar individual de cada uno de los integrantes de la sociedad, más aquellos componentes puramente sociales cuyo valor excede a la suma de los bienestares individuales, tales como la cultura, el orden público, un medio ambiente sano y, desde luego, el conocimiento científico.

Por lo anterior, resulta de vital importancia el diagnosticar las demandas y especificaciones del mercado de la Informática. Partiendo de la generalidad a la particularidad, el presente estudio de factibilidad se fundamenta con los siguientes contextos:

- Global.
- Nacional.
- Estatal.
- UAEM.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sostiene que:

El acceso universal a la información y la comunicación son indispensables para construir la paz, el desarrollo social y económico sostenible, así como el diálogo intercultural. Junto a los avances técnicos logrados al desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y los medios de comunicación orientados al usuario, los modelos de colaboración propuestos por el software libre y de código abierto, han evolucionado y amplían cada vez más sus ámbitos. El acceso abierto (Open Access-OA), los datos abiertos (Open Data-OD), las plataformas de colaboración abierta distribuida (Crowdsourcing) y los recursos educativos libres permiten difundir la información de forma abierta y legal, así como ofrecer oportunidades estratégicas transversales para mejorar el proceso de toma de decisiones y facilitar el diálogo político, el intercambio de conocimientos y el refuerzo de capacidades (UNESCO, 2018) [2].

De tal manera que argumenta lo expuesto por Alzati, se requiere de profesionales especializados en las diferentes disciplinas de la Informática.

## 2.2 Contexto Nacional

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 establece estrategias que señalan la necesidad de cubrir una demanda de personal capacitado en la Informática y las TIC, como las que se exponen a continuación:

- “Definir una política nacional de digitalización, preservación digital y accesibilidad en línea del patrimonio cultural de México, así como del empleo de los sistemas y dispositivos tecnológicos en la difusión de la cultura.
- Estimular la creatividad en el campo de las aplicaciones y desarrollos tecnológicos, basados en la digitalización, la presentación y la comunicación del patrimonio cultural y las manifestaciones artísticas.
- Crear plataformas digitales que favorezcan la oferta más amplia posible de contenidos culturales, especialmente para niños y jóvenes.
- Estimular la creación de proyectos vinculados a la ciencia, la tecnología y el arte, que ofrezcan contenidos para nuevas plataformas.
- Equipar a la infraestructura cultural del país con espacios y medios de acceso público a las tecnologías de la información y la comunicación.
- Utilizar las nuevas tecnologías, particularmente en lo referente a las transmisiones masivas de eventos artísticos.
- Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica del país.

Además, el PND vigente concibe como un elemento primordial para una Educación de Calidad, “el diseñar e impulsar, junto con los distintos órdenes de gobierno y la sociedad civil, la puesta en marcha de actividades dirigidas a la creación y fortalecimiento de la infraestructura tecnológica adecuada para el aprendizaje a través de plataformas digitales”. (Gobierno de la República, 2013, págs. 129, 130) [3] Aunado a lo anterior, señala el Plan, la Educación de Calidad promoverá la democratización la productividad si logra incrementar la “inversión pública y promover la inversión privada en actividades de innovación desarrollo de centros de investigación y empresas, particularmente en la creación y expansión de empresas de alta tecnología” (Gobierno de la República, 2013, págs. 129, 130) [3].

## 2.3 Contexto Estatal

El Plan Estatal de Desarrollo del Gobierno del Estado de Morelos, en su Objetivo Estratégico 3.7, establece que mediante las políticas de gobierno se fomentará “la cultura científico tecnológica y de innovación en la población, a fin de que esta desarrolle sus capacidades y cuente con mayores herramientas que incrementen su competitividad” (Gobierno del Estado de Morelos, 2013, pág. 103) [4] mediante las acciones de un estado generador de conocimiento, así como por la creación de centros de investigación estatales dedicados a impulsar la atención de áreas agrícolas prioritarias y del desarrollo de programas de educación no formal de comunicación y divulgación científica para instituciones educativas públicas y privadas y público en general. De esta manera, también se expresa la necesidad de profesionales en la Informática y tecnologías correspondientes.

## **2.4 Contexto UAEM**

El Plan Institucional de Desarrollo de la UAEM estableció retos estratégicos considerando a la Investigación, innovación y transferencia, uno de los elementos a desarrollar a través de la institucionalización de objetivos, políticas y programas.

Para las disciplinas de la Informática y TIC se determinó trabajar el desarrollo y consolidación de:

- La Investigación.
- Los Redes y Centros de Investigación.
- La Innovación y Transferencia.
- Dialogo y Debate Transdisciplinario.
- Publicaciones.
- Productos Artísticos.

Lo anterior, señala nuevamente la necesidad del desarrollo de profesionales en esta disciplina.

## **3. Metodología**

La estructura metodológica se asocia con el método estadístico, ya que se determinan elementos cuantitativos y cualitativos. Sin embargo, el método asociado a la investigación es conocido como un caso de estudio; relacionado con una Institución de Educación Superior: EESAtl de la UAEM, que adopta medidas, incluso contingentes, para adecuarse de la mejor manera al entorno descrito en el estado del arte.

### **3.1 Tipo de Investigación**

La investigación es descriptiva porque:

Refiere al fenómeno y refleja lo esencial y más significativo del mismo, sin tener en cuenta las causas que lo originan, para lo que es necesario captar sus relaciones internas y regularidades, así como aquellos aspectos donde se revela lo general. En este tipo de investigación es de principal importancia la profundidad teórica del planteamiento investigativo, pues ayuda a comprender el valor científico de los resultados obtenidos. La descripción que se realiza en estas investigaciones puede asumir el objeto en estado de reposo o en movimiento y la información que se quiere obtener tiene que ser revelada por el investigador, pues se encuentra implícita en el objeto de investigación (Hernández, 2012, pág. 66) [5].

### **3.2 Método de Investigación**

El método de investigación es estadístico, el cual se asume como “un proceso de obtención, representación, simplificación, análisis, interpretación y proyección de las características, variables o valores numéricos de un estudio o proyecto de investigación para una mejor comprensión de la realidad y una optimización en la toma de decisiones” (Universidad Santo Tomas, 2018) [6].

### **3.3 Técnica de Investigación**

La técnica de investigación es la encuesta, la cual, “es una técnica de adquisición de información de interés, mediante un cuestionario previamente elaborado, a través del cual se puede conocer la opinión o

valoración del sujeto seleccionado en una muestra de la población sobre un asunto dado” (Sánchez, 2015, pág. 3) [7].

### 3.4 Tipo de Muestreo Probabilístico

El tipo de muestreo probabilístico es aleatorio simple por conglomerado, ya que se seleccionan solo las escuelas proveedoras de la región oriente del estado de Morelos de la EESAtl.

## 4. Resultados Experimentales

La Tabla 1, muestra un listado de las escuelas proveedoras de la región oriente del estado de Morelos para la EESAtl, con su población de egreso correspondiente al ciclo escolar de diciembre 2017. Además, se realiza el cálculo con la fórmula de tendencias, por el tamaño de la población.

Municipio	Escuela	No. de Egresos (n)	Raíz cuadrada de n+1 (Tendencia)	Redondeo
Cuautla	CBTIS 76	740	28.20	29
Cuautla	Preparatoria Cuautla	300	18.32	19
Cuautla	COBAEM 04	250	16.81	17
Cuautla	CONALEP	280	17.73	18
Ayala	CBTIS 194	300	18.32	19
Yecapixtla	CECyTE 02	252	16.87	17
Zacualpan	CBTA 39	195	14.96	15
Tetela del Volcán	CBTA 155	180	14.42	15
Atlatlahucan	COBAEM 09	200	15.14	15
Totolapan	EMSAD 08	20	5.47	6
Ocuituco	CBTA 190	90	10.49	11
Tlanepantla	CBTA 071	134	12.58	13
Tlayacapan	EMSAD 010	19	5.36	6
<b>Tamaño de la población 2960</b>			<b>Encuestas por aplicar: 200</b>	

**Tabla 1.** Escuela proveedoras de la región oriente del estado de Morelos para la EESAtl, con su población de egreso a diciembre 2017 y cálculo de tendencias.

Los resultados obtenidos después de aplicar las encuestas correspondientes son los siguientes: la Fig. 1, señala que el 45% de la muestra está de acuerdo con estudiar algo relacionado con la Informática, o incluso el 36% refiere estar parcialmente de acuerdo en estudiar algo a fin, solo el 19% manifiesta no tener interés en estudiar algo que esté relacionado con la informática.

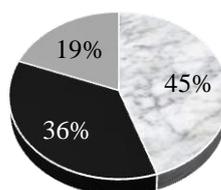
En la Fig. 2, la muestra refleja que el 51% prefiere estudiar una licenciatura y 43% se inclina por el área de ingenierías, y solo el 6% estaría interesado en ser Técnico Superior Universitario.

En la Fig. 3, se visualiza que el 35% ya sabe que va a estudiar, mientras que un 50% está decidiendo y un 15% no sabe qué estudiar.

En la Fig. 4, señala que el 54 % de la muestra no conoce las oportunidades labores que ofrece a un profesional de la Informática, mientras que el 46% si manifiesta conocerlo.

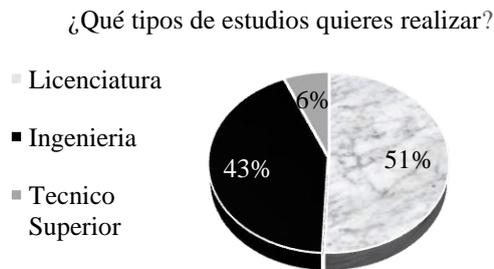
¿La Informática se relaciona con algo que te gustaría estudiar?

- De acuerdo
- Parcialmente de acuerdo
- Desacuerdo

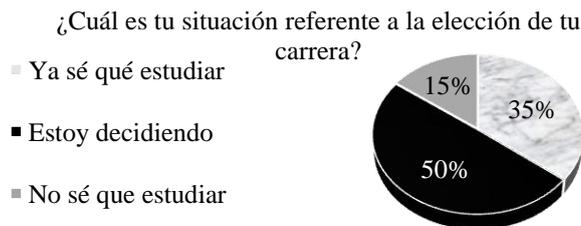


**Fig. 1.** La Informática y su posicionamiento en el mercado meta.

En lo referente al área de especialización, que más llama la atención de la Informática; en la Tabla 2, se enlistan los porcentajes correspondientes. En dicha tabla se observa que la Arquitectura de Computadoras, las Redes y el Diseño de Proyectos Informáticos son los de mayor interés, el obtener el 13% de preferencias; seguido con un 12% de la Programación e Ingeniería de Software; las Tecnologías de Información y Comunicación, así como las Base de Datos (BD) están en un 10% de aceptación; menor o igual a un 8% el resto de las áreas de especialización; cabe señalar que un 2% de la muestra manifestó no tener ningún interés por ninguna de las áreas.



**Fig. 2.** Tipo de Carrera.



**Fig. 3.** Situación referente a la elección de la carrera.



**Fig. 4.** Conocimiento de las oportunidades laborales del mercado meta.

Área de Especialización	%
Arquitectura de Computadoras	13%
Programación e Ingeniería de Software	12%
Redes	13%
Tratamiento de la Información	5%
Informática Administrativa	8%
TIC	10%
Diseño de Proyectos Informáticos Multidisciplinarios	13%
BD	10%
Modelación y Diseño de Soluciones Informáticas	7%
Enfoque Sistémico	7%
Ninguna	2%

**Tabla 2.** Área de especialización de la Informática y sus porcentajes de interés en la muestra.

## **5. Conclusiones y Trabajos Futuros de Investigación**

El 45% de la población del presente estudio, afirma estar de acuerdo con estudiar algo relacionado con la Informática, e incluso un 36% refiere estar parcialmente de acuerdo en estudiar algo a fin, por lo que queda demostrado que existe una demanda e interés hacia la licenciatura en la región, haciendo factible su actualización y continuidad en la EESAtl. Adicionalmente el presente estudio también arrojó como resultado, que el 51% de la población prefiere estudiar una licenciatura que una ingeniería, tal y como lo oferta la EESAtl. Además, el 46% de la población manifiesta conocer las opciones de trabajo para los profesionales de la Informática, quedando reflejado el interés por estudiar esta carrera en la región oriente del estado de Morelos, fortaleciendo la factibilidad de la licenciatura en la región. El estudio también señala las áreas de mayor interés de la Informática entre la población objetivo, destacando la Arq. de Computadoras, Redes, Diseño de Proyectos Informáticos, Programación e Ingeniería de Software, TIC y BD.

## **6. Referencias**

- [1] Alzati, F. (1993). México: Desarrollo de Recursos Humanos y Tecnología. México: Porrúa.
- [2] UNESCO. (25 de abril de 2018). es.unesco.org. Obtenido de <http://es.unesco.org/themes/construir-sociedades-del-conocimiento>.
- [3] Gobierno de la República. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. México: Diario Oficial de la Federación.
- [4] Gobierno del Estado de Morelos. (2013). Plan Estatal de Desarrollo. México: Diario Tierra y Libertad.
- [5] Hernández, R. G. (2012). Proceso de Investigación Científica. Cuba: Universitaria.
- [6] Universidad Santo Tomás. (25 de abril de 2018). soda.ustadistancia.edu.co. Obtenido de [http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Segunda%20unidad%20Cuanti/el\\_mtodo\\_estadstico.html](http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Segunda%20unidad%20Cuanti/el_mtodo_estadstico.html).
- [7] Sánchez, M. I. (2015). Técnicas de Investigación. México: UAEH.

# “QRAPP”: Acceso Libre al Aprendizaje como Recurso Educativo Abierto

Ana Lilia Sosa López<sup>1</sup>, Roberto Custodio Martínez<sup>2</sup>, Natalia Cárdenas Díaz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico Superior de Centla, Calle Ejido s/n Colonia Siglo XXI, Frontera, Centla, Tabasco, 86751. México. Teléfono: 9932908147

[asosal@itscentla.edu.mx](mailto:asosal@itscentla.edu.mx)

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico Superior de Centla, Calle Ejido s/n Colonia Siglo XXI, Frontera, Centla, Tabasco, 86751. México.

[rcustodiom@itscentla.edu.mx](mailto:rcustodiom@itscentla.edu.mx)

<sup>3</sup> Instituto Tecnológico Superior de Centla, Calle Ejido s/n Colonia Siglo XXI, Frontera, Centla, Tabasco, 86751. México.

[ncardenasd@itscentla.edu.mx](mailto:ncardenasd@itscentla.edu.mx)

**Resumen:** El sistema QRApp es una herramienta tecnológica digital, que se ha desarrollado para mejorar el desempeño del aprendizaje de las aritméticas–lógicas de los estudiantes de Primaria, favoreciendo así, la accesibilidad a la información en espacios inclusivos y didácticos. “QRapp”, representa una aplicación móvil, generando contenidos didácticos para la accesibilidad al conocimiento de una comunidad de aprendizaje, representados en códigos QR, que devuelven la información contenida tanto en formato de audio y video, permite ser un recurso educativo abierto para el acceso al conocimiento y al aprendizaje de la ciencia y tecnología. La difusión de la plataforma digital se realizará a estudiantes del 5to. Año con el propósito de que utilicen la aplicación QRApp e interactúen con el contenido temático, esto traerá consigo información que se pueda medir de forma cualitativa y cuantitativa en el aprendizaje de las matemáticas, permitiendo la creación de programas de intervención en la gestión educativa.

**Palabras clave:** Código QR, Accesibilidad, Inclusión Digital, Educación, TI.

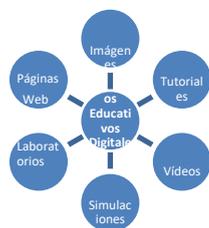
## 1 Introducción

El sistema QRApp es una Plataforma Cognitiva Tecnológica que puede utilizarse como estrategia de enseñanza para nuevas prácticas docentes, así como poder mejorar el desempeño del aprendizaje de las aritméticas–lógicas de los estudiantes de Primaria, favoreciendo así, la accesibilidad a la información en espacios inclusivos y didácticos. “QRapp”, representa una aplicación móvil que devuelve información contenida tanto en formato de audio y video que puede ser utilizado por cualquier estudiante que desea conocer contenidos temáticos de las aritméticas–lógicas, así como de facilitar al docente dentro de su práctica estrategias digitales que permitan añadir a su actividad académica, una idea innovadora en la generación del conocimiento de nuestros estudiantes.

[1] Escamilla (2013) menciona que: “El hacer uso de estos instrumentos permite al alumno comprender con mayor objetividad el tema, pues estamos atacando su proceso cognitivo con estímulos sensoriales que intervienen de una manera crucial en la adquisición y comprensión de sucesos. Para los niños es muy agradable, amena e interesante una clase con apoyo de recursos multimedia.”

Así como uno de los factores que se tomaron en cuenta para la creación de la aplicación, fue que los docentes de la primaria “León Alejo Torres de la ciudad de Frontera, Centla, Tabasco, no cuentan con una capacitación constante, hacia el desarrollo de objetos digitales de aprendizaje, que fortalezcan el conocimiento significativo de los estudiantes, así como actualmente los estudiantes no cuentan con un material didáctico digital que complemente los temas de los libros de matemáticas gratuitos del gobierno, ya que solo ofrecen vínculos hacia Internet donde solo se presentan parte del tema en cuestión y en otros casos el material que se ofrece son obsoletos. Es importante señalar que la aplicación QRApp fue diseñada para fines académicos y científicos, el proyecto tiene muchas posibilidades de causar un gran impacto en la sociedad, es por ello que se busca la operatividad del sistema, para medir el impacto en el aprendizaje de las matemáticas para aquellas personas que lo utilicen, además de que QRapp mitiga la brecha digital que tienen las personas con discapacidad auditiva y visual, al implementarlo entrarían en la parte de inclusión social.

[2] Ordoñez (2010) afirma que “un código QR (Quick Response code, código de respuesta rápida) es un método de representación y almacenamiento de información en una matriz de puntos bidimensional. Es por ello que al implementar la aplicación se llevaría a cabo una capacitación a los docentes para darles a conocer el funcionamiento y operatividad de la aplicación, así como un taller a los estudiantes y padres de familia, que coadyuven a enriquecer los contenidos temáticos, así como de conocer las inquietudes o dudas con respecto al aprendizaje de las aritméticas-lógicas. En nuestro país no hay una completa inclusión social para personas con discapacidad, ya que se ha observado en el entorno donde radico en la localidad de Frontera, Centla, del estado de Tabasco, que hay una verdadera exclusión social, pero sobre todo académica, en donde los profesores no están preparados para atender a un estudiante con alguna capacidad diferente, pero sobre todo no poseen las estrategias didácticas que coadyuven al logro académico y de aprendizaje de los estudiantes. La aplicación facilita y favorece la accesibilidad a la información de las aritméticas-lógicas en espacios inclusivos a través de QRapp representados en códigos QR, divididos en 3 colores fundamentales (negro, Amarillo y Azul), en donde el código QR de color negro representa contenidos educativos aritméticas-lógicas para cualquier tipo de persona, el código QR de color amarillo contenidos multimedia de audio para personas con discapacidad visual y código QR de color azul, contenidos en lenguajes de señas para personas con discapacidad auditiva, sean utilizados como herramienta tecnológica, ya que devuelven la información contenida tanto en formato de audio y video, sin embargo, hacen falta inclusión de estas para personas con discapacidad auditiva y visual. El objetivo general del proyecto es impulsar una plataforma digital que permita el aprender-aprender de las aritméticas-lógicas, que exista una accesibilidad y una inclusión social, para personas con discapacidad y sin discapacidad, a través de herramientas tecnológicas como es el código QR, aplicado al sector educativo como recurso pedagógico, y desarrollado como Recurso Educativos Digitales, como se observa en la Fig. 1, a fin de presentar diversas opciones del contenido temático para motivar a los estudiantes presentando nuevas formas de presentación multimedia.



**Fig. 1. Recursos educativos digitales**

(Diseño propio)

## 2 Estado del Arte

### Aplicaciones de Carácter Educativo

[3] Ibíd (2012). Las aplicaciones más frecuentes de los códigos QR en el ámbito educativo se centran en integrar elementos multimedia en las actividades docentes, incrementar la motivación del alumnado, facilitar el acceso a la información, crear actividades para niños y niñas con dificultades de lectura y escritura.

Podemos encontrar ejemplos de la utilización de los códigos QR en QRedu. Se trata de una plataforma dirigida al profesorado para que pueda generar actividades educativas y lúdicas con sus alumnos. Desde su página web se puede acceder a un blog en el que se recogen experiencias y se proponen actividades docentes que relacionan las distintas áreas del currículum con los códigos QR. Podemos, de esta manera, encontrar experiencias del uso de los QR en rutas de carácter cultural o histórico, propuestas de cómo etiquetar los portátiles de un centro educativo con el uso de dichos códigos, de cómo usar los códigos QR en el estudio de la jardinería o propuestas para trabajar las adivinanzas.

Otro criterio consiste en el tipo de información que se obtiene con el QR:

- Información estática, en la que el código generado siempre ofrece la misma información, por ejemplo, un texto o un enlace (QuickMark) si se quiere cambiar la información, es necesario cambiar el código,
- Información dinámica, en la que el autor del código puede cambiar la información ofrecida de manera que se puede reutilizar el código (uQR.me) el código QR enlaza con la base de datos del generador que, a su vez, enlaza con el contenido que el autor del código haya escogido.

Para el aprendizaje kinestésico se mostrará información interactiva o evaluativa que incentive o motive el avance del aprendizaje adquirido con la aplicación. Mediante el aprendizaje visual, se mostrarán videos desde multimedias para cualquier tipo de persona que desee aprender de algún tema en particular como para las personas con discapacidad auditiva, se mostrará vídeos en lenguaje de señas que contengan material educativo. El aprendizaje auditivo consiste en la proyección de audios temáticos relevantes y para las personas con discapacidad visual se generaran material auditivo con las explicaciones del contenido temático a desarrollar.

### Interés para el Campo de la Educación

[4] Ibíd (2012). La facilidad de uso de los códigos QR, tanto en lo que se refiere a la lectura como a la generación, y la gran variedad de tipos de información que pueden albergar hacen que se postulen como un recurso útil para la educación. Podemos pensar, pues, en actividades en la que sean los docentes los que generen los códigos para que sus alumnos los descifren y obtengan la información deseada, pero también podemos pensar en actividades donde sean los propios alumnos los que generen los códigos para que sean utilizados por el resto de la clase. La motivación de su uso está, pues, garantizada.

Cabe señalar que las experiencias educativas llevadas a cabo y calificadas como exitosas no utilizan el uso del QR como centro del proceso, sino que éste queda integrado en las actividades como un recurso más. Su éxito deriva más de la metodología aplicada, del cambio paradigmático y de visión del profesor frente a los recursos y al alumnado, que a las herramientas utilizadas.

QRApp puede ser utilizado en diversos sectores de la educación primaria, desde los docentes y estudiantes en las aulas de clases, hasta los padres de familia, que necesitan información adicional, cuando se trata de las evaluaciones de los estudiantes, la aplicación puede ser adaptado según las necesidades de los usuarios y agentes educativos como en las diferentes áreas de las escuelas, un ejemplo de gran impacto es que pueda ser utilizado en la bibliotecas escolar, en donde pueda encontrarse material didáctico –digital mediante códigos QR que coadyuven a la gestión y difusión de los recursos bibliotecarios, ofreciendo una

gama de posibilidades diversas. Una de las fortalezas de la aplicación radica que es una App interactiva, de fácil uso y amigable para el usuario.

Para la APP no existe competencia en el mercado de forma integral y comercial, permite una accesibilidad y una inclusión social, para personas con discapacidad y sin discapacidad, es una aplicación que se puede adaptar a las necesidades de los usuarios, ya que puede almacenarse contenidos didácticos e informativos, pero sobre todo puede servir de apoyo para los libros de textos de las escuelas de educación básica de México.

[5] Toyoutome (2014) afirman que “Las apps educativas suelen contar con un importante componente lúdico, ya que partiendo de la gamificación, integran la dinámica típica del juego y recompensa para conseguir los objetivos de aprendizaje. Esto permite al alumno aprender jugando”.

La aplicación desarrollada fomenta la interacción de los de los usuarios, rompiendo paradigmas con la tradicionalista experiencia de aprendizaje, así como de crear ambientes de aprendizaje para que exista una gestión educativa acorde a las necesidades de las instituciones educativas. Para la realización de los videos en lenguaje de señas, se necesitará contar con un equipo de trabajo que estará integrado por estudiantes, tesista e inclusive egresados normalistas, que buscan introducir la práctica docente a través de la experiencia, cuando se inicie la comercialización de QRApp se buscará generar empleos para personas con discapacidad auditiva, será un instrumento educativo con el cual se tendrá accesibilidad al conocimiento.

### **3 Metodología Usada**

En el proceso de desarrollo del proyecto se realizó diferentes estudios de fiabilidad que demostraron que dicho proyecto es lo suficientemente sustentable y que pueda cumplir con las expectativas que se tienen, de ahí la necesidad de realizar encuestas de campo a personas con discapacidad, alumnos, padres, maestros y turistas habitantes del municipio de Centla.

En cumplimiento con lo anteriormente mencionado, se encuestaron a 200 personas de los cuales el 31% con ayuda de maestros de educación especial fueron personas invidentes y con problemas auditivos indicaron factible la construcción de la plataforma al igual que su uso. Dentro del otro 69% se encuentran padres de familia, alumnos y turistas sin discapacidad (los cuales resaltan que en muchas zonas del país hacen falta guías turísticos). Toda la información recolectada de los requerimientos y de la recopilación de la información, donde se identificaron cuáles son las aplicaciones de interés de las personas, el uso que le dan a estas y los problemas que tienen las aplicaciones móviles. Toda esta información se almacena en un documento de Excel, para generar por medio de graficas el porcentaje de las respuestas de las encuestas que se hicieron a las personas. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó la metodología de desarrollo Scrum, ya que dicha metodología de trabajo se puede aplicar para la creación de aplicaciones multimedia, dicha metodología se eligió después de realizar el análisis de los resultado de la investigación de campo, llevada a cabo en Frontera, Centla, Tabasco.

[6] Menzinsky (2016) afirma que “la metodología SCRUM se comienza con la visión general de lo que se desea obtener, y a partir de ella se especifica y da detalle a las partes de mayor prioridad, y que se desean tener cuanto antes. Cada ciclo de desarrollo o iteración (sprint) finaliza con la entrega de una parte operativa del producto (incremento). La duración de cada sprint puede ser desde una, hasta seis semanas, aunque se recomienda que no excedan de un mes. En scrum, el equipo monitoriza la evolución de cada sprint en reuniones breves diarias donde se revisa en conjunto el trabajo realizado por cada miembro el día anterior, y el previsto para el día en curso. “

Se obtuvo como resultado una aplicación lectora de código QR el cual es una tecnología con muchas funcionalidades educativas, aunque esta tecnología lleva tiempo en el mercado para un sin fin de usos, aún

no se ha integrado del todo para personas con las discapacidades antes mencionadas, además que estará sincronizada con un sistema Web el cual puede ser implementado en escuelas, museos, galerías, librerías y ciudades históricas. Tanto para fines educativos, publicitarios y entretenimiento, de esta manera mejorar estas áreas. La aplicación QRApp tiene un tamaño digital de 8,30 MB, no causa efectos sobre la batería del dispositivo, además de ser una aplicación que consume pocos recursos como se muestra en la figura 4.18. Otro punto importante para la utilización de la aplicación se requiere una conexión a internet o datos móviles.

Se diseñó el logotipo el cual se muestra en la Fig. 2, una oreja y un ojo, el cual la oreja es representa por una imagen que significa personas con discapacidades auditivas, la imagen del ojo representa personas con discapacidad visual, las siglas QRApp significan QR(Código QR), mientras App (Aplicación Móvil), para la elaboración se utilizó Corel Draw y se aplicaron técnicas de diseño como la psicología del color.



**Fig. 2.** Logotipo de la Aplicación QRApp

(Diseño propio)

## 4 Resultados experimentales

### 4.1. Diseño Final y Pasos para usar la Plataforma

En la Fig. 3 se muestra la pantalla de inicio del sistema web y de la aplicación QRApp, donde se ha iniciado con las pruebas a la aplicación, de la cual en el sistema web el usuario puede subir información almacenándola por categoría, idioma y tipo, tan solo al registrarse. El panel de administración puede verse en el siguiente link <http://qrapp.com.mx/> donde se deberá realizar una nueva cuenta donde se deberá elegir la opción de Iniciar Sesión para continuar.



**Fig. 3.** Pantalla principal de la aplicación

(Diseño propio)

### 4.2. Como descargar la aplicación

La aplicación se encuentra alojada en <http://qrapp.com.mx/QRapp.apk>, al acceder se descargará automáticamente en su navegador web, para posteriormente enviarlo a su dispositivo ya sea por cable de datos o Bluetooth.

### 4.3. Redes Sociales

Se cuenta con una página en Facebook para dar difusión y promoción de la aplicación la cual lleva el nombre de QRApp el cual se encuentra en el siguiente enlace <https://www.facebook.com/QRAppinclusionessocial/>, como se puede ver en la Fig. 4, de igual manera se realizó un correo en una cuenta Gmail como [qrappmexico@gmail.com](mailto:qrappmexico@gmail.com).



**Fig. 4.** Pantalla principal de la publicidad en Facebook

(Diseño propio)

Durante las pruebas de QRApp en las escuelas de educación básica se generó códigos QR de forma impresa, en pequeños manuales, como se observa en la Fig. 5. y Fig. 6. donde se muestra la presentación realizada en las escuelas y en la Fig. 7 el manual utilizado en la exposición del proyecto.



**Fig. 5 y Fig. 6.** La presentación realizada en la escuela primaria



**Fig. 7.** Manual representativo del contenido didáctico

## 5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

Durante la implementación de QRApp en las escuelas de educación básica se generaron códigos QR de forma impresa, en pequeños manuales para las capacitaciones que servirán de material extra complementarios a los libros de texto gratuito, para los docentes presenciales. Así como también dichos manuales estarán de forma digital e interactiva para que los usuarios pueden interactuar con el material en sus casas, a través de dispositivos electrónicos, que permitan enriquecer el trabajo educativo. Las actividades que se realizaran como parte de la difusión de la aplicación será primero la capacitación de los docentes de la escuela primaria será en el espacio del consejo técnico escolar que ellos utilizan cada último día del mes, donde se establecerá un cronograma de actividades para llevar a cabo la capacitación, en donde se pueden enlistar las siguientes:

- Introducción al uso del lector QR en los dispositivos móviles
- Exploración de la aplicación QRApp
- Almacenamiento de material didáctico a la plataforma
- Manejo y utilización del material contenido en la plataforma

Todas estas actividades facilitara la operatividad en los usuarios para que tengan un acercamiento con la aplicación y esto ayude al manejo de la misma, así como también se puede conocer el impacto académico

y se puede medir de forma cualitativa que permita tener datos medibles para conocer el aprendizaje significativo de los estudiantes que utilicen la aplicación, así como del conocimiento de las matemáticas. Está diseñada la aplicación para que los docentes generen códigos QR con material educativo esto permitirá que se logren estrategias didácticas y se logrará que los alumnos se motiven al interactuar con la aplicación, esto enriquecerá el trabajo docente y académico, así como constituye un aporte didáctico y tecnológico, lo que se busca con la implementación de la aplicación es que los resultados obtenidos con el uso de los QR académicos se pueda lograr una calidad educativa digital y el logro de apropiación de actividades en el aula así como enriquecer el trabajo en el aprendizaje de las matemáticas.

## Referencias

- [1] J. G, Escamilla de los Santos. Selección y Uso de la tecnología Educativa. México: Editorial Trillas. 2013.
- [2] J, Ordoñez. (2010). Códigos QR. Recuperado el 16 de noviembre del 2016 en la dirección url: [https://www.acta.es/medios/articulos/comunicacion\\_e\\_informacion/063009.pdf](https://www.acta.es/medios/articulos/comunicacion_e_informacion/063009.pdf)
- [3] "Inclusión de Niños con Discapacidad en la Escuela Regular" UNICEF ISBN: 92-806-3773-8. Recuperado el 28 de junio de 2018 [http://www.unicef.cl/archivos\\_documento/47/debate8.pdf](http://www.unicef.cl/archivos_documento/47/debate8.pdf) publicado diciembre, 2001.
- [4] Recursos Educativos Abiertos. UNESCO 2017. <http://www.unesco.org/new/es/communication-and-information/access-to-knowledge/open-educational-resources/> Recuperado el 25 de enero 2018.
- [5] M. Luna Kano (2013). Tecnología y discapacidad: Una mirada pedagógica. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de Revista Digital Universitaria UNAM. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.14/num12/art53/>
- [6] Toyoutome. 2014 <http://toyoutome.es/blog/codigos-qr-sirven-para-personalizar-el-aprendizaje/33345> Recuperado 21 de noviembre de 2017.
- [7] Menzinsky Alexander, López Gertrudis, Palacio Juan. Versión 2.6. Julio 2016. Derechos registrados en Safe Creative n° de registro: 1607208414838. Guía de Scrum Manager. url [http://www.scrummanager.net/files/scrum\\_1.pdf](http://www.scrummanager.net/files/scrum_1.pdf)

# Mejora en la calidad de los programas realizados en Lógica de Programación al aplicar una metodología básica de desarrollo

José Luis López Goytia, Víctor Garduño Mendieta, Mario Oviedo Galdeano

jlgoytia@gmail.com, vicgardm@yahoo.com.mx, mog974@yahoo.com.mx

Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) del Instituto Politécnico Nacional (IPN)

Av. Té 950, Col. Granjas México, Iztacalco, Ciudad de México, CP 08400. Academias de Computación

**Resumen.** Después de cursar la unidad de aprendizaje de Lógica de Programación, los alumnos de ambas carreras de informática de la UPIICSA, en su mayoría cometen errores ligados a aspectos metodológicos. Entre ellos, el seguimiento de requerimientos, la identificación de casos especiales la validación de la consistencia de datos. En este trabajo se reportan los resultados en estos rubros al aplicar una metodología de desarrollo básica basada en la metodología de cascada, estrategia bajo la cual dichos errores disminuyeron en un rango aproximado del 70%.

**Abstract.** After completing the subject of Computational Algorithms, the students of UPIICSA, mostly commit errors related with methodological aspects: the tracking of user requirements, the identification of special cases and de validation of data consistency. In this work, the results are reported by applying a basic development methodology based on the cascade method. With this strategy, the errors decreased 70% approximately.

**Palabras clave:** criterios metodológicos, calidad en programas, metodología básica de desarrollo, aprendizaje significativo.

## Introducción

Una de las frases más comunes en la Academia de Programación de la UPIICSA es que los alumnos al término del curso de Lógica de Programación “no saben programar”. Sin embargo, ese diagnóstico intuitivo ayuda en muy poco al problema. Por una parte, no ahonda sobre la gravedad ni las causas; por otra, tampoco menciona las vertientes. Dentro de esas vertientes hay una que en general no suele abordarse dentro de los libros de texto: aquellos aspectos relacionados con la gestión del desarrollo y que no dependen directamente de la codificación.

¿La “gestión” del proyecto, el seguimiento de criterios metodológico, es relevante? En López y Gutiérrez (2014) se menciona que a un grupo de estudiantes se les dejó la realización de un programa que obtuviera el área de un triángulo a partir de sus tres lados; 45% lo hizo con la fórmula más conocida ( $\text{base} * \text{altura} / 2$ ). En otras palabras, prácticamente la mitad de los programas tendrían que ser rechazados por error en el seguimiento de requerimientos, independientemente de si la construcción del código está bien desarrollado (p. 159).

En una prueba que realizaron los autores en 2016 sobre un grupo de Algoritmos Computacionales de Ingeniería en Informática se da otro acercamiento a la situación. El problema planteado fue el siguiente:

*Hacer un programa que calcule el precio final de un producto con “rebaja sobre rebaja”. El precio original lo dará el usuario, así como ambos descuentos en porcentaje.*

El resultado, desde el punto de vista metodológico, está en la tabla 1. Prácticamente la mitad de los trabajos (55%) está fuera de los requerimientos. De aquellos que lograron hacer que el programa trabajara (acorde o no al requerimiento) el 75% no incorporaron validaciones. En síntesis, la tercera parte no logró hacer el programa (podríamos suponer que por falta de conocimientos); otra tercera parte sí lo hizo pero fuera de requerimientos. A este tipo de situaciones le llamamos errores metodológicos.

¿El programa se ejecutó?	Conforme a requerimientos	Fuera de requerimientos	Total
Sí	Con validaciones 3	Con validaciones 2	20
	Sin validaciones 7	Sin validaciones 8	
No	4	7	11
Total	14	17	31

Tabla 1. Primer acercamiento a un diagnóstico sobre problemas metodológicos sobre temas de Lógica de Programación aplicado a estudiantes de Algoritmos Computaciones en 2016

En otro grupo de la otra carrera de informática de la UPIICSA (Lic. en Ciencias de la Informática), el 61% logró que el programa se ejecutara, aunque únicamente el 52% respetaron los requerimientos y 16% validó. En cuanto a buenas prácticas, 55% alineó el código. Los resultados desde el punto de vista metodológico son muy similares. No así el tiempo, en el cual se notó una diferencia de 80%.

Los ejercicios anteriores parecen apuntar a una conclusión interesante: los problemas metodológicos parecen independientes del conocimiento en codificación.

### Estado del arte

¿El problema metodológico es general? El problema no parece ser menor. López y Gutiérrez (2014: 237) expresan que entre 2009 y 2011 se aplicaron aproximadamente 200 encuestas en un curso intermedio de base de datos. Los estudiantes identificaron entre 38% y 43% de errores típicos al no haber seguido recomendaciones básicas de la metodología más sencilla para desarrollo de software (método de cascada). Los errores se repartieron en todas las etapas (autorización del proyecto, análisis, diseño, codificación y pruebas modulares, pruebas integrales y mantenimiento) y no se notaron diferencias entre quienes comenzaban en el medio laboral y quienes ya tenían experiencia laboral; tampoco entre instituciones públicas ni privadas.

El ya citado texto propone una serie de pasos para la realización de programas:

- 1.- Requerimiento por escrito
- 2.- Diseño de la pantalla de usuario
- 3.- Diseño de la tabla de pruebas
- 4.- Diseño del algoritmo
- 5.- Codificación y aplicación de pruebas
- 6.- Conjuntar la documentación

¿Qué otras propuestas existen en los libros de texto más conocidos? Para abordar este rubro se identificaron los libros que aún están en venta en 2017 por las instituciones o editoriales más difundidas en el campo de informática, independientemente del año de publicación. Los títulos se seleccionaron con un recorrido de la Feria del Libro Politécnica 2017 y de las librerías El Sótano y Gandhi, las de mayor cobertura en el país. En cuanto a instituciones, se abarcó el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Proyecto Latin, así como las editoriales Pearson, AlfaOmega, McGrawHill y Patria.

Después de prácticamente 40 años los libros de texto para nivel superior han modificado en muy poco el estilo de exposición y el enfoque pedagógico, como lo muestra el seguimiento de los principales libros de texto de programación estructurada en venta en 2017. Con un enfoque hacia la codificación están Menchaca (2002), coedición del Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Nacional Autónoma de México y el Fondo de Cultura Económica (FCE); Deitel (2004), traducido de textos de Estados Unidos, editorial Pearson; Méndez (2013) y Sznajdleder (2017), de editorial Patria; Joyanes y Zahonero (2005) de editorial McGrawHill; López (2014) y Proyecto Latin (2014).

Existe otra vertiente más enfocada hacia la algoritmia, que insiste más en un enfoque “matemático” semiformal, sin recurrir a código. En él se encuentran: Rajsbaum (2009), Conocimientos Fundamentales de Computación, editado por la UNAM y Juganaru (2012), de editorial Patria.

Después del recorrido del principal acervo disponible para los cursos de lógica de programación se pudo constatar que algunos textos abordan parcialmente la parte metodológica, pero ninguno lo hace de forma explícita y consistente. Se localizaron libros con requerimientos explícitos, pruebas de escritorio; en un solo caso análisis de algoritmos; en otro diseño de pantalla y pruebas. Ninguno abordó el análisis de funcionalidad para el usuario, las pruebas por otro programador (labor de tester) ni la necesidad de validaciones. Cabe aclarar que se están citando los libros más reconocidos de cada institución o editorial, aunque el recorrido fue cuatro veces mayor, en razón del catálogo de las distintas editoriales. En todos los casos se confirmó en términos generales la situación aquí expuesta.

De todos los textos mencionados, vale la pena destacar la alusión a algunos problemas reales en el ya citado texto de López y Gutiérrez (2014), sobre todo en el capítulo dedicado a la parte metodológica. Fue el único que presentó una metodología explícita adaptada al curso pero no la aplicó de manera consistente en los ejercicios presentados.

En cuanto a aportaciones técnicas, cabe destacar la reflexión algorítmica de Rajsbaum (2009), las buenas prácticas de codificación de Deitel (2004), el capítulo metodológico de Joyanes y Zahonero (2005), así como los requerimientos explícitos (ejercicios) y un análisis que va directo hacia la codificación en Sznajdleder (2017).

Todo parece indicar que el problema señalado es relevante y aún no ha sido reconocida su dimensión.

## Metodología usada

Se utilizó una metodología cuasi-experimental para observar si se marcaba una diferencia entre un grupo “tradicional” en la cual se dejaba libre el desarrollo a los estudiantes, y un grupo “piloto” que seguía criterios metodológicos indicados. Los grupos fueron elegidos al azar dentro de la unidad de aprendizaje de Algoritmos Computacionales en la etapa del repaso de temas de Lógica de Programación. Abarcaron ambas carreras de informática de la UPIICSA (Lic. en Ciencias de la Informática e Ing. en Informática) durante los periodos agosto-diciembre de 2017 y enero-junio 2018.

Este primer acercamiento puede equipararse a la fase I de experimentos cuasi-experimentales, en la cual “los individuos del estudio, usualmente un grupo reducido, saben que están tomando el fármaco...” (Grima y Borja, 2017, p. 126). Sin embargo, sí se tuvo el cuidado de que los grupos a comparar estuvieran basados en una selección aleatoria a partir de un conjunto con características de conocimiento y contexto similares. Las evaluaciones realizadas por los profesores fueron independientes del alumno (sin conocer a quien evaluaban). Se puede hablar de un criterio de ciego simple.

En cuanto a validez, se ha buscado una validez de contenido: que la medición represente una muestra adecuada y representativa de los contenidos de un dominio previamente definido y delimitado que se pretende evaluar (Díaz-Barriga y Luna, 2014, p. 161). En ese sentido, se ha verificado que los aspectos a evaluar sean compatibles con las principales enfoques de (cascada, incremental, versiones, prototipo); metodologías (cascada nuevamente, XP y Scrum), normatividades (CMM, ISO, ITIL, TSP-PSP) y orientaciones (hacia el usuario, el producto y el equipo de trabajo). Se está trabajando sobre recomendaciones metodológicas que rescaten lo más conveniente de esta diversidad de enfoques para el contexto de la enseñanza de la programación en cursos básicos. En esta etapa se cuidó que los aspectos a evaluar fueran fundamentales y consistentes con todos ellos.

## Resultados

En este punto, vale la pena preguntar: **¿el seguimiento de criterios metodológicos marca alguna diferencia?**

En agosto de 2017 se pidió a los estudiantes del curso de Algoritmos Computacionales de Ingeniería en Informática la realización de un programa que calculara el factorial de un número, cuya fórmula está definida por  $f(n) = 1 * 2 * 3... * (n-1) * n$  y, como caso especial, el factorial del número cero es uno. Los alumnos ya deben conocer dicho caso excepcional. Se dividió el grupo al azar en dos grupos y se tomaron los diez primeros trabajos como referencia.

Al grupo “tradicional” se les pidió realizar el programa de factorial, sin mayor aclaración. Terminaron 6 minutos con 28 segundos. Todos corrieron adecuadamente para el caso general, aunque únicamente dos consideraron el caso especial. Ninguno validó que el dato que proporcionara el usuario no fuera negativo.

Al grupo “piloto” se les pidió realizar el programa de factorial, haciendo explícito el caso especial y solicitando que se incluye la validación para que no se introdujeran datos negativos. El tiempo fue de 10 minutos con 23 segundos; todos trabajaron bien en el caso especial, todos validaron y únicamente el 10% omitió el caso especial.

Dado este contexto, ¿cómo hacer más evidentes los casos especiales y la necesidad de las validaciones?

Se realizó un segundo ejercicio, también para el caso del problema de factorial en la unidad de aprendizaje de Algoritmos Computacionales, aunque en este caso para la Lic. en Ciencias de la Informática. Se dividió el grupo también en dos. Al grupo “tradicional” se le mencionó solo el caso general y el estudiante trabajó “libremente” en papel. El trabajo se le revisaba cuando a juicio del alumno ya estaba resuelto. En promedio, los alumnos dejaron listo el caso general en 3.1 intentos, aunque solo uno consideró el caso especial y ninguno validó.

Al grupo “piloto” se le pidió que siguiera la metodología ya mencionada y retomada de López (2014). Tuvieron listo el caso general en 2.9 intentos, 55% sí consideraron el caso especial y 82% validaron.

Cabe destacar que no se obtuvo una mejora en la parte algorítmica ni de codificación, sino en atención hacia casos especiales y validaciones. Nuevamente, los resultados fueron relativamente independientes de la carrera.

Aspecto a valorar	Forma de trabajo “tradicional” (sin el uso de criterios metodológicos)	Forma de trabajo “piloto” (con los pasos sugeridos en López (2014))
Trabajaron bien el caso general	77%	73%
Consideraron casos especiales	9%	55%
Validaron	8%	82%

Tabla 2. Comparativo entre el trabajo sin metodología explícita y el seguimiento de los pasos sugeridos en López y Gutiérrez (2014)

Durante el mismo semestre y el siguiente, en la misma unidad de aprendizaje se realizaron pruebas similares al aplicar la situación metodológica ya citada. El promedio en estos casos fueron similares, como lo expone en la tabla 2. Nuevamente, la metodología no ayuda a codificar mejor, por lo menos en primera instancia. Pero sí contribuye significativamente a los casos especiales y las validaciones. Posiblemente también impacta favorablemente en la mejora de pantallas hacia el usuario, que no fue medida en la prueba, pero en la cual se detectaron mejoras significativas.

Hubo otras pruebas parciales durante el periodo de agosto 2017 a septiembre de 2018, que se describen a continuación:

**Requerimiento impreso con respecto al requerimiento verbal.** Se planteó al final de la clase un requerimiento con una especificación que resultara un poco diferente a lo acostumbrado. En un grupo se hizo de manera verbal y en otro se escribió en el pizarrón. Por ejemplo, se pidió a los estudiantes que realizaran un programa que desplegara el área de un triángulo a partir de sus tres lados (lo usual es hacerlo a través de la base y la altura). En el grupo a quienes se les pidió verbalmente, solo el 27% lo hizo conforme el requerimiento; ese porcentaje aumentó a 58% en el grupo a quienes se les proporcionó por escrito.

**Realización de una pantalla ejemplo con datos reales por parte del alumno.** Se pidió a los estudiantes un requerimiento por escrito: realizar un programa que desplegara el área de un triángulo a partir de sus tres lados (lo usual es hacerlo a través de la base y la altura). El grupo se dividió en dos: la mitad fueron directamente al código mientras que la otra mitad hizo previamente una pantalla preliminar como la vería el usuario con un ejemplo real. El primer grupo tuvo una tasa de aceptación del 58%, mientras que el segundo subió a 90%.

No todas las pruebas fueron tan “exitosas”. En el caso del ejercicio de “descuento sobre descuento” la tasa de aceptación de una de las formas “tradicionales de trabajo” (requerimiento verbal sin pantalla) fue de 40%, mientras que el requerimiento escrito con pantalla preliminar con ejemplo de prueba fue de 78%. Aunque no fue tan notorio como el primer ejemplo (crecimiento de 27% a 90%), una mejora de 40% a 78% es muy significativa.

Cabe aclarar que el principal factor a tomar en cuenta a nivel pedagógico es una resistencia para aplicar el método de trabajo propuesto al considerarlo innecesario. Sin embargo, esa resistencia va disminuyendo cuando los estudiantes tienen que reprocesar su programa por no apegarse a los requerimientos, incluso aunque no se disminuya su calificación.

**“Opinión amiga”.** Se les pidió a los estudiantes que coevaluaran a sus compañeros en lo referente a la cobertura del requerimiento, casos especiales y validaciones tomando como referencia el ejercicio relativo a la capacidad del tinaco y después de aplicar los pasos propuestos.

La revisión se dio bajo el siguiente esquema: si el revisor detectaba algún error, quien hizo el programa lo podía reprocesar y entregar la clase siguiente sin penalización. No obstante, sino se detectaba el error y se entregaba, se les bajaría evaluación a ambos. En caso de discrepancia, se consultaría directamente al docente. Este esquema es con la finalidad de que se detecten errores en la revisión bajo una forma de trabajo que les convenga a ambos en una revisión sería y objetiva.

El resultado fue una tasa de aceptación del 62.5% (muy por encima del 31% cuando no se seguía la metodología). Sin embargo, ninguno de los revisores detectó las fallas en el 37.5% de productos con necesidad de reprocesar.

Pareciera ser que no se tiene experiencia en la detección de errores, lo cual coincide con la experiencia que se ha tenido al aplicar por primera vez las pruebas de escritorio. De ser este el caso, la “opinión amiga” arrojaría resultados muy significativos en aplicaciones posteriores.

**Primera aplicación integral.** En el examen de septiembre de 2018, después de una primera aplicación general del esquema de trabajo, se midió el resultado del grupo que llevó la metodología propuesta (grupo piloto) contra el grupo tradicional (grupo de control). Se percibió una pequeña mejora: 59% de aceptación del grupo de control –que ya había llevado la metodología de manera parcial-, contra 64% del grupo piloto –que además la había llevado una única ocasión de manera integral.

En la primera aplicación integral reiterando la metodología de manera explícita la tasa de aceptación fue del 82%. Aunque cuando se hizo dejando a los estudiantes que trabajaran “libremente” -sin marcarles la metodología de manera explícita- la tasa de aceptación fue de 64%, contra un promedio de 41% de la forma tradicional.

Lo más relevante es que cada prueba parcial o integral está aportando una mejora. Faltaría esperar los resultados después de varias aplicaciones del método integral para dimensionar el resultado final.

## Conclusiones

Definitivamente, la incorporación consistente de criterios metodológicos ayuda a mejorar la calidad de los programas producidos: interpretación correcta del requerimiento, inclusión de casos especiales y validación de la consistencia de datos. En estos rubros se redujeron los errores en un rango que va del 50% al 80% según el criterio que se tome como comparativo. También se mejora significativamente la presentación hacia el usuario.

Llama la atención que ante estos resultados no exista una mención y aplicación consistente de metodologías básicas de desarrollo en los libros de texto dedicados a cursos iniciales de programación, cuyo énfasis está en la codificación y, en segundo término, en la parte algorítmica y buenas prácticas.

Para los ejercicios expuestos se siguieron los pasos sugeridos por los autores López y Gutiérrez (2014). No obstante, este planteamiento aún podría mejorarse. Durante el proyecto se notó la necesidad de asentar una revisión de pares para fomentar el trabajo en equipo, tener una “opinión amiga” antes de pasar al algoritmo y en la revisión último y disminuir el trabajo del profesor.

No menos importante es un aspecto cultural: a muchos estudiantes y profesores se les hace normal que los programas no se ejecuten bien a la primera. Definitivamente, hay que cambiar esa visión.

## Referencias

- [1] Deitel (2004). *Como programar en C/C++ y Java*. México: Pearson.
- [2] Díaz-Barriga, A.; Luna, A. (2014). *Metodología de la Investigación Educativa*. México: Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- [3] Gutiérrez, A.; López, J. (2016). *Desarrollo y programación en entornos WEB*. México: AlfaOmega.
- [4] Grima, C.; Borja, E. (2017). *Observaciones, medidas y modelos. Matemáticas de los experimentos científicos*. España: National Geographic.
- [5] Joyanes y Zahonero (2005). *Programación en C. Metodología, Algoritmos y Estructura de Datos*. México: McGrawHill.
- [6] Juganaru (2012). *Introducción a la Programación*. México: Patria.
- [7] López, J.; Gutiérrez, G. (2014). *Programación Orientada a Objetos con C++ y Java*. México: Patria.
- [8] Martínez, R. (2015). Calidad no es testing, ni procesos ni certificaciones. *Software Gurú* #48. México. [recuperado de <https://sg.com.mx/revista/48/calidad-no-es-testing-ni-procesos-ni-certificaciones#.WW5LB4jhD>
- [9] Menchaca, F. (2002). *Fundamentos de programación en lenguaje C*. México: Instituto Politécnico Nacional – Universidad Nacional Autónoma de México – Fondo de Cultura Económica.
- [10] Méndez (2013). *Diseño de algoritmos y su programación en C*. México: AlfaOmega.
- [11] Nyce (2018). Acervo normativo al 18 de marzo de 2018. México: Nyce. [recuperado el 2 de abril de 2018 de [https://www.nyce.org.mx/wp-content/uploads/2018/03/Acervo-Normativo-NYCE\\_14\\_marzo\\_2018.pdf](https://www.nyce.org.mx/wp-content/uploads/2018/03/Acervo-Normativo-NYCE_14_marzo_2018.pdf)]. 15 de julio de 2017]. [9] Rajsbaum, S. (2009). *Conocimientos Fundamentales de Computación*. México: UNAM.
- [12] Sznajdleder (2017). *Programación Estructura a Fondo*. México: AlfaOmega.

# Prototipo inclusivo para Apoyar el Examen de Admisión en estudiantes con discapacidad visual

Carmen Cerón Garnica<sup>1</sup>, Etelvina Archundia Sierra<sup>2</sup>, Cervantes Márquez<sup>3</sup>, Beatriz Beltrán Martínez<sup>4</sup>, Jair Migliolo Carrera<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Av. 14 sur y Av. Sn. Claudio. s/n. C.U. Puebla, México.  
<sup>1,2,3,4</sup>{mceron,etelvina,cervantes,bbeltran}@cs.buap.mx  
<sup>5</sup>migliolo.jair@gmail.com

**Resumen.** En la actualidad existe una gama de aplicaciones de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para el ámbito educativo. Aquellos alumnos que presentan Necesidades Educativas Especiales (NEE), los cuales desean alcanzar una formación universitaria deben superar el examen de admisión en las Instituciones de Educación Superior (IES). El propósito de este trabajo es presentar el diseño, desarrollo e implementación del sistema EXAINCLU como herramienta alternativa para la inclusión de estudiantes con NEE, como apoyo para la realización del examen de admisión a nivel superior de la Prueba de Aptitud Académica. El prototipo se modeló bajo UML y se desarrolló con tecnologías como lenguaje Javascript y librerías. Finalmente se presentan los resultados de las pruebas de usabilidad con un grupo focal de estudiantes universitarios con discapacidad logrando obtener lineamientos para el uso de las tecnologías para apoyar la inclusión de estudiantes en educación superior.

**Abstract.** Currently there is a range of applications of Information and Communication Technologies (ICT) for the educational field. Those students who present Special Educational Needs (SEN), who desires to achieve a university education must pass the admission test in the Institutions of Higher Education (IHE). The purpose of this paper is to present the design, development and implementation of the EXAINCLU system as an alternative tool for the inclusion of students with SEN, as a support for the realization of the higher level admission test of the Academic Aptitude Test. The prototype was modeled under UML and developed with technologies such as JavaScript language and libraries. Finally, the results of the usability tests are presented with a focus group of university students with disabilities, getting guidelines for the use of technologies to support the inclusion of students in higher education.

**Palabras clave:** Discapacidad, Educación Inclusiva, Accesibilidad, Interfaces

**Keywords:** Disability, Inclusive Education, Accessibility, Interfaces

## 1 Introducción

Según los resultados del Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía [1] México tiene una población de 119,530,753 personas, de las cuales 35.2 millones están matriculadas como estudiantes en educación básica escolarizada, lo que representa 73.4% de la matrícula del sistema educativo. Respecto a la educación media superior, se brinda servicio educativo a 4.4 millones de jóvenes, y en educación superior hay 3.3 millones de alumnos, lo que significa 29.2% de cobertura, distribuidos en siete mil planteles en todo el país [1]. De acuerdo a las estadísticas publicadas por la universidad solo el 10% de los alumnos en edad de ingresar a la educación superior obtiene un lugar y para las personas con discapacidad se reduce aún más en 2%, ya que a pesar de los avances tecnológicos y la apertura a la educación sigue existiendo la falta de inclusión para las personas con discapacidad sin tener los materiales, tecnologías que asistan o instalaciones para apoyar el examen de admisión para obtener un lugar en las IES [2]

Desde el 2008, la educación inclusiva ha formado parte de la Declaración Mundial de Educación para Todos, como una alternativa para transformar los sistemas educativos. De acuerdo con la UNESCO [3], podemos entender a la educación inclusiva como: La educación inclusiva puede ser concebida como un proceso que permite abordar y responder a la diversidad de las necesidades de todos los educandos a través de una mayor participación en el aprendizaje, las actividades culturales y comunitarias y reducir la exclusión dentro y fuera del sistema educativo. Lo anterior implica cambios y modificaciones de contenidos, enfoques, estructuras y estrategias basados en una visión común que abarca a todos los niños en edad escolar y la convicción de que es responsabilidad del sistema educativo regular y educar a todos los niños y niñas. El objetivo de la inclusión es brindar respuestas apropiadas al amplio espectro de necesidades de aprendizaje tanto en entornos formales como no formales de la educación. [3]. La escuela inclusiva supone la toma de decisiones, la búsqueda de estrategias, la innovación educativa, pero para ello se hace necesario que los sistemas educativos y las entidades que los gestionan y mantienen aseguren que los alumnos tengan acceso e inclusión.

Para los alumnos con discapacidades, el uso de las tecnologías digitales supone: una mayor posibilidad y más fácil acceso a la información, a materiales y recursos didácticos, una mayor posibilidad en sus expectativas formativas y laborales. *El objetivo de este trabajo de investigación es presentar el diseño, desarrollo e implementación de software como herramienta alternativa para el examen de admisión para la inclusión de estudiantes con NEE* para favorecer la evaluación de los aprendizajes en las personas con alguna discapacidad visual o auditiva, de manera accesible e intuitiva utilizando las interfaces de usuario de voz y adaptaciones a la discapacidad.

## 2 Estado del Arte

En esta sección se revisan las Tecnologías adaptativas, Discapacidad e Interfaces naturales de usuario de voz.

### 2.1 Tecnologías adaptativas y Discapacidad

Las Tecnologías adaptativas o de apoyo a la discapacidad se enfocan “para aumentar o mejorar capacidades funcionales de individuos con discapacidades, o modificar o instaurar conductas” [4] Según la norma ISO 9999 del 2007 en su versión oficial en español define el termino productos de apoyo como “cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipos, instrumentos, tecnología y software) fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, controlar, mitigar o neutralizar deficiencias limitaciones en la actividad y restricciones en la participación” [5] La Tiflotecnología estudia las tecnologías apoyan a las personas con discapacidad visual y se define como “un conjunto de técnicas, conocimientos y recursos que facilitan o proporcionan los medios oportunos, instrumentos auxiliares, ayudas o adaptaciones tecnológicas, creadas o adaptadas específicamente para posibilitar a las personas discapacitadas visuales y sordo ciegas, la correcta utilización de la tecnología que contribuye a su autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa [6] (mediante software de lectores de pantalla, sintetizadores de voz, el reconocimiento de comandos mediante líneas Braille conectados a la computadora o reconocimiento de señas y movimientos y el reconocimiento de documentos mediante un escáner que se une a un sistema de programas de reconocimiento óptico de caracteres y un sintetizador de voz que lee el contenido del documento).

Por otra parte, las personas con discapacidad auditiva generalmente son asistidas con herramientas de comunicación de texto, videos subtítulados y el manejo de lenguaje de señas, facilitando la comunicación. Actualmente se están incorporando otras tecnologías inalámbricas para la manipulación y el control del entorno como son las tabletas, iPad y las consolas (Wii, Play Station, Kinect) las cuales promueven una mayor interactividad y autonomía a las personas con discapacidad y están siendo aplicadas en la rehabilitación o para apoyar procesos de aprendizaje en la educación. Por ejemplo, en el 2002 el proyecto “Informática para la comunidad”, dio origen al software inclusivo Pequeñ [7], un desarrollo multimedia de autor, interactivo y parlante, gratuito para los usuarios, diseñado para iniciar el acercamiento al mundo de la informática a personas con o sin discapacidades. Entre sus características encontramos:

- Teclado Braille: Aplicación para el aprendizaje lúdico de teclado braille.

- Estenografía Braille: Siete aplicaciones para el aprendizaje y práctica de grado Modulo Biblioteca: Incluye la opción de convertir texto en audio.
- Juegos interactivos con el Micrófono.

## 2.2 Interfaces Naturales de Usuario

Las interfaces de usuario han sido creadas para la interacción entre los usuarios y los computadores. Su evolución en el tiempo ha seguido la ruta de aproximarse a un acto más natural durante el envío de comandos a los receptores periféricos para equipos de cómputo. Para Wigdor y Wixon consideran que las interfaces naturales de usuario se basan principalmente en crear experiencias para apoyar las habilidades de los usuarios de acuerdo con sus necesidades reales y de contexto. Así mismo recomiendan ciertas pautas para el diseño de interfaces naturales tales como [8]:

- Crear experiencias que den la sensación de que es parte “de su cuerpo” como una extensión y lograr esa autonomía.
- Crear experiencias para todos usuarios desde nivel de principiante o experto de acuerdo con las características y perfil del usuario.
- Crear interfaces que consideren contextos, y escenarios con experiencias reales del contexto.

### 2.2.1 Interfaces de usuario de voz

El reconocimiento de voz o Automatic Speech Recognition (ASR, por sus siglas en inglés), es el proceso de convertir una señal de voz a una secuencia de palabras mediante un algoritmo, implementado como un programa de computadora [9]. Las interfaces son mecanismos diseñados para permitir el control de un dispositivo o aplicación mediante la interacción verbal. El reconocimiento de voz es generalmente utilizado como una interfaz humano-computadora usado por un software de aplicación (ver Fig. 1), el cual debe cumplir tres tareas [9]:

1. Procesamiento: Convierte la entrada de voz a una forma que el reconocedor pueda procesar, es decir, convertir la señal analógica a digital.
2. Reconocimiento: Identifica lo que se dijo, realizando la traducción.
3. Comunicación: Envía el reconocimiento al software de aplicación.



**Fig. 1.** Componentes de la aplicación con reconocimiento de voz.

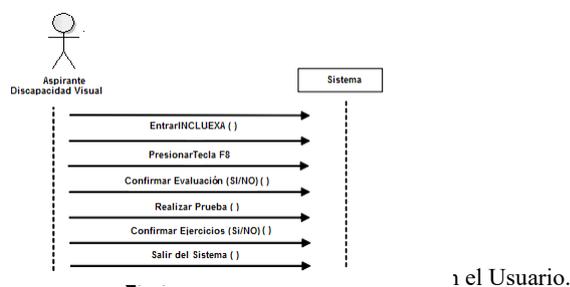
Los sistemas de reconocimiento de voz generalmente están orientados a dos tareas: síntesis (conversión de texto a voz) y gramática, donde por medio de un micrófono se captura la señal de voz y mediante métodos estadísticos se elige la palabra que mejor se ajusta de acuerdo a la base de datos que contiene.

### 3 Metodología

La metodología que se utilizó con un enfoque cualitativo, el Diseño Centrado en el Usuario y el modelo de Prototipos, la cual se describe en el análisis y diseño del sistema.

#### 3.1 Análisis y Diseño del Sistema

Para el diseño del Prototipo se utilizó el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) que sitúa al aspirante con discapacidad en el núcleo del análisis de requisitos para el diseño de la interfaz. Para lo cual se realizó una serie de entrevistas y encuestas con el grupo focal. Para el análisis y el diseño del sistema se determinaron los diagramas de secuencia, como se muestra en Fig. 2. El sistema permite identificar dos usuarios para el acceso y manipulación del sistema: a) Usuario Aplicador: Puede realizar consultas generales de la evaluación del tema. b) Usuario Aspirante con baja visión/Ceguera: Elige el tipo de evaluación: Prueba de Aptitud Académica o Prueba de Conocimiento. Además, incluye una serie de actividades de ejercicios para cada una de las pruebas que puede realizar antes de aplicar la Prueba y finalmente se le muestra su resumen de evaluación.



#### 3.2 Arquitectura y Desarrollo del Sistema

Los elementos básicos de la arquitectura de voz para este sistema son:

Un frontend que funciona como interfaz visual para mostrar datos y que se conecta a la plataforma para obtener datos en tiempo real (la salida)

Una API que se encarga de procesar los datos, hacer las llamadas a la Base de Datos de MySQL quien integra las preguntas y ejercicios.

Un dispositivo natural que se encarga de recibir la voz del usuario (la entrada) y posteriormente se encarga de procesar la voz del usuario y ejecutar la función correspondiente (procesamiento de voz) por medio una función lambda que se encarga de interpretar los comandos de voz del usuario, y convertirla en acciones que la API entienda siendo Artyom.js en JavaScript. Tal como se muestra en la Fig. 3 la arquitectura del sistema EXAINCLU.

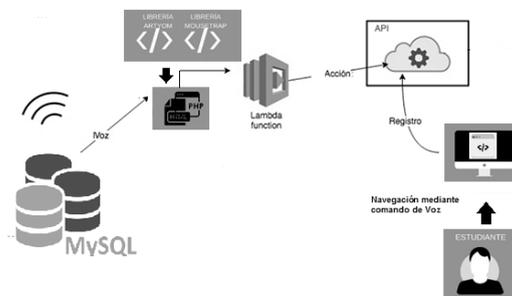


Fig. 3. Arquitectura del sistema de reconocimiento de voz EXAINCLU

## 4 Resultados experimentales

El resultado obtenido fue un prototipo de software inclusivo el cual se integró al portal del Centro de Atención a Universitarios con Discapacidad BUAP. Como se muestra en la siguiente pantalla Fig. 4 a) y en la Fig. 4 b) se muestra ejercicios y evaluación.

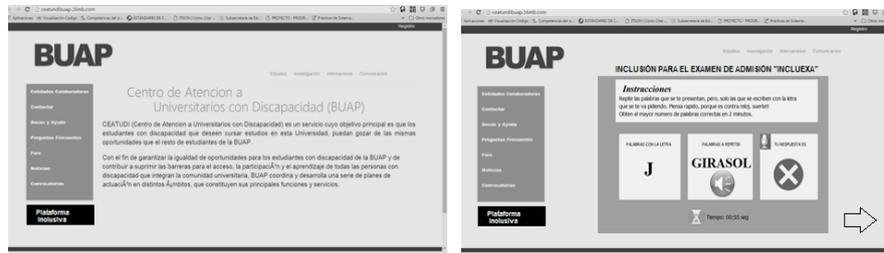


Fig. 4 a) y 4b) Pantallas de Acceso a EXAINCLU

A partir de esta opción el usuario con discapacidad visual puede interactuar con voz o teclado. El usuario con discapacidad auditivo puede generar una plataforma con ayudas para personalizar textos y colores de pantalla. El prototipo del sistema fue piloteado con un grupo focal de dos alumnos con disminución de discapacidad visual, y tres alumnas con discapacidad auditiva y un docente de educación superior.

Con respecto a las pruebas de funcionalidad se aplicó la técnica de inspección y exploración bajo tres posibles escenarios que a continuación se describen:

-Situación 1: Al usuario se le dio una breve explicación del uso del sistema y se le acompañó en el sistema en su navegación y ejecución de la evaluación.

-Situación 2: Al usuario se le explicó el uso del sistema y solo se le acompañó al inicio de la evaluación.

-Situación 3: Al usuario se le explicó el uso del sistema y no se le acompañó en la navegación ni ejecución de las actividades.

Los usuarios deberán cumplir ciertas tareas para así comprobar el funcionamiento del sistema:

Tarea 1: Acceder al sistema registrando su perfil y seleccionando el control por voz, comandos o hipervínculos de imágenes.

Tarea 2: Seleccionar del menú de navegación: Ejercicios de Prueba o Simulador de Aplicación de Prueba de Aptitud Académica con formada de 6 partes para Lectura, Redacción, Matemáticas e inglés.

Tarea 3: Recorrer el sistema mediante la interacción seleccionada voz o comandos de teclas o hipervínculos de imágenes.

Tarea 4: Obtener su Resumen del avance de ejercicios y de la aplicación del simulador de la Prueba de Aptitud Académica

Esto refleja que los usuarios con una breve explicación de la Situación 1 su desempeño fue del 88% del cumplimiento de las tareas mientras que los usuarios de la Situación 2 al 84.5% y para la situación 3 lograron las tareas solo en un 80.5% esto implica que el software inclusivo apoya de forma amigable e intuitiva para poder utilizarlo en la preparación y simulación del examen de admisión.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

Una de las principales contribuciones, es la aportación de una herramienta inclusiva para apoyar a la preparación del examen de admisión a las personas con discapacidad visual logrando integrar las tecnologías para facilitar el acceso a la educación superior a estudiantes. Otra aportación de este proyecto es promover y la motivación de alumnos con discapacidad visual para continuar sus estudios a nivel superior y promover su preparación para ingresar a las Instituciones de Educación Superior. Dando pauta hacia un nuevo panorama en la educación superior inclusiva apoyando el uso de las tecnologías para disminuir la brecha digital en las personas con discapacidad.

Como perspectiva de este trabajo se pretende seguir alimentando la base de datos con reactivos y ejercicios que apoyen a la Prueba de Aptitud Académica e incorporar la Prueba de Conocimiento por Área. Así como mejorar las interfaces y operatividad del sistema, e incluso incorporara lenguaje de señas

mexicano para atender a otra necesidad de estudiantes sordos. De tal manera que se pueda constituir una alternativa para presentar el examen de admisión en la educación media superior y superior.

Por otra parte, se requiere seguir realizando la evaluación de la accesibilidad y usabilidad de aprendizaje inclusivo para apoyar una vida académica de calidad y promover la inclusión del uso de las TIC para los estudiantes con alguna discapacidad para disminuir la brecha digital.

## Referencias

- [1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2015. Recuperado de <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- [2] ONU. Informe del relator especial sobre el derecho a la educación. 2010. Recuperado de [http://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/14session/A.HRC.14.25.Add.2\\_sp.pdf](http://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/14session/A.HRC.14.25.Add.2_sp.pdf)
- [3] UNESCO. Directrices sobre políticas de inclusión en la educación. 2009. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0017/001778/177849s.pdf>
- [4] Fernández. Necesidades educativas especiales en el contexto universitario español. *Revista de la Educación Superior*, 33(131), 149-162, 2004.
- [5] G Sanjurjo, R. Fernández. Productos de apoyo para personas con discapacidad: clasificación y terminología. *Revista australiana de terapia ocupacional* (6) 11-13. 2008. Recuperado de [http://sid.usal.es/idos/F8/ART21159/productos\\_apoyo.pdf](http://sid.usal.es/idos/F8/ART21159/productos_apoyo.pdf)
- [6] M. del C. Pegalajar, M. de J. Colmenero. Actitudes y formación docente hacia la inclusión en Educación Secundaria Obligatoria. 2017. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(1), 84-97. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.1.765>
- [7] M. H. Martinotti, L.B. Miño. Pequén, software accessible multimedia, 2009. Recuperado de <http://www.pequen.info/>
- [8] D. Wigdor, D Wixon. *Brave NUI World: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture*. Retrieved from. 2011
- [9] E. Lleida. Reconocimiento automático del habla. Centro Politécnico Superior Universidad de Zaragoza. Recuperado de <http://www.gtc.cps.unizar.es/~eduardo>

*Carmen Cerón Garnica*. Docente-Investigadora de la Facultad de Cs. de la Computación (FCC BUAP), Licenciatura en Sistemas Computacionales, Maestría en Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje, Universidad Iberoamericana Puebla y Doctorado en Educación y Nuevas tecnologías, Perfil PRODEP y SNI I, pertenece al Cuerpo-277 en Consolidación, línea de investigación Sistemas Interactivos.

*Etelvina Archundia Sierra*. Docente-Investigadora de la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FCC BUAP). Licenciada en Ciencias de la Computación de la Facultad de Físico Matemáticas (BUAP). Maestría en Docencia Universitaria de la Universidad Iberoamericana Golfo Centro (IBERO) y Doctorado en Tecnologías de la Información y Análisis de Decisiones de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). Coordinadora de Entorno Social de la (FCC BUAP), Coordinadora del Programa Institucional de Evaluación Docente (BUAP). Coordinadora de la Acreditación de la Ingeniería en Ciencias de la Computación ante el Consejo Nacional de Informática y Computación (CONAIC), Presidente del Congreso Nacional de Tecnologías en la Educación (CONTE) y Secretaria de Investigación y Estudios de Posgrado ambos pertenecientes al Padrón Nacional de Programas de Calidad (PNPC-CONACyT)

*Ana Patricia Cervantes Márquez*. Docente-Investigadora de la Facultad de Cs. de la Computación, (FCC BUAP), Perfil PRODEP y actualmente estudia el Doctorado en Tecnologías de Información y Comunicación (UPAEP) y coordinadora del área de Software de Base de la FCC.

*Beatriz Beltrán Martínez*, Docente-Investigadora de la Facultad de Cs. de la Computación, (FCC BUAP), actualmente estudia el doctorado en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento. Línea de investigación, trabaja actualmente en el área de Recuperación de Información y Procesamiento del Lenguaje Natural.

*Jair Migliolo Carrera.*, estudiante de la Ingeniería en Cs. de la Computación -FCC, BUAP, que cursa el décimo semestre y realiza la tesis en el Proyecto denominado "Innovación inclusiva para disminuir la brecha digital en las personas con discapacidad".

# DIAGNÓSTICO DE COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS DE PERSONAS JÓVENES Y ADULTAS (PJA) DE OCHO COMUNIDADES RURALES DEL SUR DE YUCATÁN

MTI Miguel A. Suaste Escalante<sup>1</sup>  
miguel.suaste@correo.uady.mx  
Cel. 9991862771

Dr. José Gabriel Domínguez Castillo<sup>1</sup>  
jg.dominguez@correo.uady.mx  
MINE Ileana del Socorro Vázquez Carrillo<sup>1</sup>  
ileana.vazquez@correo.uady.mx

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Yucatán – Facultad de Contaduría y Administración, Mérida Yucatán, Calle 20x 35, Pedregales de Tanlum, 97205. México

**Resumen.** El proceso sistemático de los diagnósticos en el ámbito educativo permite recolectar información que integren elementos de formación en función de los factores personales, sociales, curriculares y profesionales que contribuya a la inserción social y ocupacional del sujeto [1]. En este documento se presentan resultados de la implementación de un diagnóstico de competencias tecnológicas dirigido a personas jóvenes y adultas (PJA) específicamente del sur del estado de Yucatán con al menos un municipio considerado de alta marginación. Los resultados obtenidos, proporcionan un panorama inicial respecto al nivel de uso de la tecnología en cada comunidad, las competencias que son más sencillas y más complejas por desarrollar por parte de los encuestados, y la detección de áreas de oportunidad para la elaboración de programas formativos de apoyo que permitan fortalecer las competencias de los niños, jóvenes y adultos de la comunidad que permita favorecer su inserción a la sociedad del conocimiento.

**Palabras Clave:** Alfabetización Digital, Competencias Tecnológicas, Marginalidad Social, Jóvenes y Adultos, Brecha Digital

**Abstract.** The systematic process of diagnoses in the educational field allows the collection of information that integrates training elements based on personal, social, curricular and professional factors that contribute to the social and occupational insertion of the subject [1]. This document presents the results of the implementation of a diagnostic of technological competences aimed at young people and adults (PJA) specifically from the south of the state of Yucatan with at least one municipality considered highly marginalized. The results obtained provide an initial overview of the level of use of technology in each community, the competences that are simpler and more complex to be developed by the respondents, and the detection of areas of opportunity for the preparation of training programs of support to strengthen the skills of children, youth and adults in the community that allows their inclusion in the knowledge society.

**Keywords:** Digital Literacy, Technological Competencies, Social Marginality, Youth and Adults, Digital Divide

## □ 1 1 Introducción

El diagnóstico, como herramienta de análisis, permite determinar una problemática a partir de los datos y hechos recolectados, ordenados y clasificados sistemáticamente para que posteriormente sirva de base para conocer una situación actual y realizar acciones que permitan resolver o minimizar el impacto de dicha problemática. Los diagnósticos empleados a diferentes disciplinas permiten analizar problemáticas de diferentes perspectivas tal como es el caso de los diagnósticos referentes a Ciencia y Tecnología, es en este sentido como lo señalan [2] Solano, Zaragoza y Figueroa, (2012) los diagnósticos se han entregado a diferentes actores gubernamentales y sociales son con la esperanza de que la información provista sea de utilidad para incorporarlas a sus agendas. Desde la introducción de las tecnologías de información y comunicación (TIC), su incorporación a la educación y a las inversiones financieras que ello conlleva, las TIC han sido un área de interés dentro de la política educativa de muchos países [3], por ello es importante la realización de un diagnóstico, para conocer el grado de familiaridad que tienen las personas para determinar el tipo de programa formativo más adecuado a sus necesidades.

## □ 2 2 Estado del Arte

### 2.1 Competencias Tecnológicas en el Mundo

Muchos historiadores consideran que durante a Segunda Guerra Mundial (1937-1945) el Proyecto Manhattan desarrollado por los Estados Unidos es un hito en el desarrollo de las competencias tecnológicas debido a que las TIC de esa época eran complicadas de entender y usar. [4]

En Europa [5] Blasco, Mengual y Roig (2007), en su investigación de las competencias en tecnologías, señalan los objetivos de las competencias tecnológicas en el ámbito educativo para analizar la disposición de los estudiantes de Magisterio Especial, Educación Física, hacia el uso de las TIC y, en consecuencia, de qué forma pueden ser empleadas en la consecución de competencias tecnológicas relacionadas con el ámbito de la actividad física y del deporte. Las zonas rurales son un punto de riesgo y desarticulación social si estas no son fortalecidas en el uso de las nuevas tecnologías que les permita reintegrarse y participar activamente en la economía europea basada en el conocimiento; de esta forma es imperativo que las instituciones diseñen planes para la alfabetización digital particularmente a aquellos con mayor dificultad de acceso a una computadora, mujeres y personas mayores. [6]

Asia, se ha caracterizado por difundir información de vanguardia sobre ciencia y tecnología debido a las diversas experiencias de éxito particularmente en el mercado actual, aumentando su competitividad tecnológica llegando incluso a rezagar a países que tradicionalmente se han situado a la vanguardia en la inversión científica y tecnológica. A finales del 2006, China se convirtió en el segundo inversor mundial en I+D incluso adelante de Japón -cuyo porcentaje de inversión en los últimos años era superior al 3% del PIB- y Estados Unidos [7]. Por su parte, Corea del Sur es otro país tecnológicamente más avanzado del mundo, sin embargo, el acceso a Internet es desigual, por género, educación, ocupación e ingreso familiar, según las investigaciones de Eungi y Kyeng (2010) [8].

En Norteamérica, con base a estudios realizados por Hallú (2008), en Estados Unidos, la brecha digital fue muy clara debido a la marcada ventaja de sectores sociales que podían tener acceso debido a su infraestructura, servicios informáticos y comunicaciones. Esta brecha abarcó zonas urbanas como rurales ya que la desigualdad en la distribución de la riqueza no distingue entre grandes ciudades y zonas rurales aisladas por lo que se plantea un gran desafío a nivel tecnológico. [9]

De acuerdo con el Global Information Technology Report 2016 del Foro Económico Mundial [10] Chile es el país latinoamericano que mejor utiliza las TIC para impulsar su desarrollo social y económico, a continuación, se presenta en la **Tabla 9** el ranking de los diez primeros países Latinoamericanos que emplean las tecnologías.

**Tabla 9:** Ranking Mundial de países Latinoamericanos que usan Tecnologías (2016). Fuente: Propio

<b><i>Diez países principales de América Latina que emplean las Tecnologías de la información.</i></b>	
<b>País</b>	<b>Ranking Mundial</b>
Chile	38
Uruguay	43
Costa Rica	44
Panamá	55
Trinidad y Tobago	67
Colombia	68
Brasil	72
México	75
Ecuador	82
Jamaica	83
Argentina	89

Trabajos como del Valle (2004) en el que se pretende reflexionar sobre las oportunidades que tienen las TIC de convertirse en un elemento para el Desarrollo Rural tal que los actores se empoderen potenciando su desarrollo rural con el uso de las TIC sin trasgredir su quehacer cultural y social se puede concluir tal y como lo señala su autor: “las tecnologías (y por ende las TIC) no son neutrales, son la última expresión de la cultura occidental que domina la naturaleza por medio de la ciencia y sus aplicaciones tecnológicas. Estas tecnologías son además funcionales al proceso de globalización. Sin embargo, las TIC pueden y

deben ser reconstruidas en el sector rural a partir de su apropiación y uso con sentido. La apropiación de las tecnologías determinará que estas pasen de ser meros bienes de consumo con efectos alienantes y homogeneizantes sobre la cultura local, a que se conviertan en satisfactores sinérgicos y como tales en elementos para el desarrollo rural”. [11]

Por su parte en México, se han realizado los siguientes trabajos referente al desarrollo de competencias tecnológicas: Cruz (2016), plantea la importancia que las zonas rurales de México cuenten con mayor conectividad del Internet que permita el crecimiento del ecosistema microfinanciero y con ello, la capacidad para proveer servicios financieros de forma oportuna y eficaz a más población rural de bajos ingresos [12]; Ceballos (2013) a través de la incorporación del uso de Internet en una escuela rural de Puebla para hacer más eficiente la enseñanza para beneficiar a alumnos en el inglés, ciencia y arte con el apoyo de universidades como la de Barcelona, Harvard y otras instituciones internacionales [13].

## 2.2 Modelos de diagnóstico para medir competencias tecnológicas

La UNESCO implementa metodologías e indicadores internacionales que permitan medir con mayor precisión los beneficios reales de las TIC en educación. Díaz (2010), señala ocho conocimientos básicos que podrían configurar la “alfabetización digital” necesaria para toda una población:

- Conocimiento básico del sistema informático: elementos del hardware, tipos de software, redes.
- Gestión básica del equipo: administración de archivos y carpetas, antivirus.
- Uso del procesador de textos.
- Navegación en Internet: búsqueda y selección de información.
- Uso del correo electrónico.
- Creación, tratamiento y captura de imagen digital.
- Elaboración de documentos multimedia y presentaciones.
- Conocimiento básico de la hoja de cálculo y las bases de datos.

Por su parte autores como Iacolutti y Avolio (2006) y su evaluación diagnóstica en la competencia laboral [14]; Suárez, Almerich, Gargallo y Aliaga (2010) a través de sus Archivos analíticos de políticas educativas [15]; Tapia (2011) y sus Técnicas e Instrumentos de Evaluación [16]; Torres y Paz (2014) a través de su Método de Recolección de Datos para una Investigación [17] y Domínguez (2015) en su tesis doctoral sobre el Desarrollo de Competencias en el uso de las TIC en profesores de ciencia de secundaria [18] son ejemplos de trabajos que impactan en modelos para medir competencias tecnológicas dirigido a personas jóvenes y adultas.

Los incipientes diagnósticos de competencias tecnológicas aplicados en el estado de Yucatán lo podemos observar a través de los datos del CONACYT (2014) en el que reporta la posición décimo-octava a nivel nacional que cuenta con computadoras en el hogar representada por el 29.4% y el 21.3% de los que cuentan con acceso a internet [19]. La OCDE (2009) señala que entre 1980 y 2003 Yucatán tuvo un cambio positivo en la especialización de algunas industrias manufactureras que permitió un crecimiento de estas ramas por encima del promedio nacional [20]. En los estudios realizados por Foro Consultivo, Científico y Tecnológico A.C. (2013) indican que Yucatán se ubica en las siguientes posiciones y dimensiones señalados en la en materia de Capacidades y oportunidades de los Sistemas Estatales de CTI [21] presentados en la **Tabla 10**

**Tabla 10:** Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Fuente: Foro Consultivo, Científico y Tecnológico A.C.

<b>Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)</b>	
<b>Dimensión</b>	<b>Posición</b>
D.1. Infraestructura académica y de investigación	21
D.2. Formación de recursos humanos	12
D.3. Personal docente y de investigación	13
D.4. Inversión en CTI	15
D.5. Productividad científica e innovadora	8

D.6. Infraestructura empresarial	17
D.7. Tecnologías de la información y comunicaciones	19
D.8. Componente institucional	19
D.9. Género en la CTI	12
D.10. Entorno económico y social	17

Lo cual indica que hay cierta limitación para el acceso a las tecnologías de la información.

### □3 3 Metodología usada

#### 3.1 Tipo de Estudios

El desarrollo metodológico de esta investigación fue de tipo aplicada de corte mixto. El diseño se llevó a cabo bajo el enfoque de la investigación-acción, que constituye un método de investigación científica muy utilizado en la actualidad y ocupa un lugar relevante en diversos países desarrollados (Gran Bretaña, Alemania, EE. UU., España, Canadá, Australia) (Elliot, 2005; Boggino, Rosekrans, 2007) [22]. Este trabajo, fue parte de un estudio mayor que tuvo como propósito: reducir la brecha digital de las Personas Jóvenes y Adultas (PJA) de comunidades vulnerables del sur de Yucatán a través del fortalecimiento de sus competencias digitales para el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación.

#### 3.2 Descripción de la Población Muestra

De acuerdo con el último censo de población del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010) el panorama sociodemográfico de Yucatán [23] así como el nivel de Marginación social por parte del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2015) [24] permite observar los siguientes datos de los municipios participantes tal y como se presenta en la **Tabla 11**

**Tabla 11:** Censo de Población, Nivel de Marginalidad Frecuencia y Porcentaje de Participación. Fuente: Propio

Municipio	INEGI Población (2015)	CONAPO Marginación Social	Frecuencia de participación	Porcentaje de Participación
Abalá	6 502	Alto	54	12.7
Acanceh	16 127	Medio	57	13.4
Cuzamá	5 181	Alto	49	11.5
Homún	7 670	Alto	43	10.1
Hunucmá	32 475	Medio	40	9.4
Mayapán	3 700	Muy Alta	84	19.8
Tecoh	17 609	Alto	52	12.2
Ticul	40 161	Medio	46	10.8

#### 3.3 Participantes

En esta investigación participaron 425 PJA de las comunidades de Acanceh, Abalá, Homún, Cuzamá, Hunucmá, Ticul, Tecoh y Mayapán. De los cuales 215 fueron mujeres (50.6%) y 210 hombres (49.4%). Las edades de los participantes oscilaron entre los 13 hasta los 53 años siendo la moda por edades de 14 años. La **Tabla 12**, presenta los resultados del grado máximo de estudios de los participantes por municipio.

**Tabla 12:** Municipios participantes y grado máximo de estudios de los participantes. Fuente: Propio

Municipios	Grado máximo de estudio de los participantes			Total
	Primaria	Secundaria	Bachillerato	
Acanceh	4	52	1	54

Abalá	49	4	1	54
Homún	3	40	0	43
Cuzamá	6	43	0	49
Hunucmá	3	37	0	40
Ticul	13	33	0	46
Tecoh	44	8	0	52
Mayapán	37	47	0	84
<b>Total</b>	<b>159</b>	<b>264</b>	<b>2</b>	<b>425</b>

### 3.4 Instrumento

El propósito del instrumento diseñado fue conocer las competencias en el uso de las TIC de tienen las PJA de las comunidades participantes. En esta se consideraron tres secciones: dos de datos generales y una dedicada a las competencias para el uso de las TIC integrada esta última a una escala tipo Lickert, que involucró una sección de dominio, importancia e interés. Los coeficientes alpha de Cronbach resultantes fueron: Dominio (.979), Importancia (.985), Interés (.959). Los dominios definidos para determinar el nivel de competencia fueron: D1 Conocimiento de la Computadora, D2 Producción de documentos, D3 Derechos de Autor, D4 Aplicaciones y programas, D5 Localización de información, D6 Almacenamiento y recuperación, D7 Comunicación, D8 Interacción en Internet, D9 Cuidado de datos personales, D10 Seguridad, D11 Riesgos en uso de Internet, D12 Interacción en redes, D13 Consecuencias TIC a la salud. En la *Figura 1* Se muestra un ejemplo de un enunciado de dominio y el formato de escala de respuesta.

*Figura 1: Ejemplo de enunciado y formato de escala de respuesta*

¿Hasta qué punto tengo la competencia? (CCC)	0 No sé hacerlo 1 Suficiente 2 Regular 3 Bien 4 Muy bien 5 Excelente									
¿Es importante para conseguir empleo? (CICT)	1. Si					2. No				
¿Estoy interesado en aprenderla? (EIA)	1. Si					2. No				
Competencia: Riesgos en el uso de internet	HPTC					EIT		EIA		
	0	1	2	3	4	5	Sí	No	Sí	No
Identifico aquellas páginas web o mensajes de correo con los que me pueden estafar.	0	1	2	3	4	5	Sí	No	Sí	No

Para diseñar el instrumento, la referencia para la base conceptual fue tomada de algunos trabajos de Domínguez, Song, Ortega, McCalman, (2016) [25]; Suárez, Almerich, Gargallo, Aliaga, (2010) [26]. Como puede verse, el instrumento está compuesto por tres secciones: competencias, importancia para los trabajos e interés para aprender las competencias. La primera sección estuvo compuesta por preguntas que se responderán con una escala de tipo Likert de recopilación de datos primarios en un solo paso y seis niveles, que denotan el grado de competencia de los participantes. En consecuencia, con el uso de una escala dicotómica, el participante fue dirigido a responder, qué tan importante era la competencia para poder obtener un empleo; Y finalmente, si estarían interesados en aprenderlo. A continuación, en la Tabla 13, se muestran los indicadores técnicos de las tres secciones que conformaron el instrumento.

*Tabla 13: Secciones del instrumento y sus indicadores técnicos.*

Secciones de la escala	Alpha de Cronbach
Dominios de Competencia	.979
Importancia para el empleo	.985
Interesado en aprenderlo	.959
Total	.960

#### □4 4 Resultados Experimentales

En esta sección se presenta en la **Tabla 14** los resultados de la media por dominio y municipio participante de los sujetos que participaron en el estudio. Del mismo modo por cada Dominio se marca con subrayado doble aquel municipio que tiene a media más alta entre los 6 municipios participantes y con subrayado simple para aquel municipio que tenga a media más baja.

**Tabla 14:** Media por Dominio de los Municipios participantes. Fuente: Propio

Competencia	Variables	Comunidades rurales de Yucatán							
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>
	Nombre de la competencia	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
Competencia 1	Conocimiento de la computadora	2.63	<u>3.31</u>	2.98	2.37	2.94	2.83	2.81	<u>2.01</u>
Competencia 2	Producción de documentos básicos	2.31	<u>2.84</u>	2.70	2.26	2.78	2.39	2.44	<u>1.57</u>
Competencia 3	Conocimiento de derechos de autor	1.41	1.89	<u>2.62</u>	1.65	1.96	1.77	1.71	<u>1.17</u>
Competencia 4	Aplicaciones de Software	2.27	<u>2.95</u>	2.61	2.47	2.64	2.36	2.68	<u>1.60</u>
Competencia 5	Ubicación de la Información	2.52	3.10	<u>3.15</u>	2.24	2.58	2.44	2.55	<u>1.63</u>
Competencia 6	Almacenamiento de la Información	2.39	2.88	2.89	2.48	<u>3.08</u>	2.69	2.75	<u>1.69</u>
Competencia 7	Comunicación	3.02	3.13	<u>3.31</u>	3.05	3.16	2.99	3.16	<u>2.10</u>
Competencia 8	Interacción en línea	2.39	2.90	<u>3.22</u>	2.42	2.80	2.69	2.62	<u>1.63</u>
Competencia 9	Cuidados de Datos Personales	2.36	2.59	<u>3.01</u>	2.04	2.35	2.13	2.37	<u>1.37</u>
Competencia 10	Seguridad	2.36	2.78	<u>3.11</u>	2.52	2.73	2.35	2.49	<u>1.62</u>
Competencia 11	Riesgos en el uso de internet	2.59	3.00	<u>3.30</u>	2.44	2.56	2.64	2.62	<u>1.44</u>
Competencia 12	Interacción de red	2.50	3.03	<u>3.29</u>	2.74	2.73	2.76	3.01	<u>2.02</u>
Competencia 13	Consecuencias de las TIC para la salud	2.59	3.12	<u>3.32</u>	2.45	2.39	2.73	2.37	<u>1.40</u>

Nota: C<sub>1</sub>:Acanceh; C<sub>2</sub>:Abalá; C<sub>3</sub>:Homún; C<sub>4</sub>:Cuzamá; C<sub>5</sub>:Hunucmá; C<sub>6</sub>:Ticul; C<sub>7</sub>:Techoh; C<sub>8</sub>:Mayapán

Para analizar el desempeño de cada comunidad en cada una de las trece competencias de una manera más particular, los resultados y las calificaciones de cada una de ellas se presentan en la **Tabla 14**. Los datos muestran que: Primero, la competencia 3 (conocimiento de derechos de autor) registró de manera consistente los valores más bajos en las ocho comunidades participantes, con solo una ubicación (Homún) con puntuaciones superiores.

En segundo lugar, en todas las municipalidades participantes, la competencia que obtuvo las mejores puntuaciones obtenidas en el diagnóstico fue la "comunicación", que implica conocimientos y habilidades para enviar o recibir mensajes SMS, intercambiar información por correo electrónico y hablar sobre aplicaciones como WhatsApp o similares.

## □5 5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

Los resultados obtenidos, proporcionan un panorama inicial respecto al nivel de uso de la tecnología en cada comunidad, las competencias que son más sencillas y más complejas por desarrollar por parte de los encuestados, y la detección de áreas de oportunidad para la elaboración de programas formativos de apoyo que permitan fortalecer las competencias de los niños, jóvenes y adultos de la comunidad, tomando en cuenta variables como la edad, el sexo, la formación académica y el contexto para favorecer su inserción a la sociedad del conocimiento.

### Agradecimientos.

Agradecemos a la Fundación W. K. Kellogg, por su apoyo económico para el desarrollo de esta investigación, a la Unidad de Proyectos Sociales de la Universidad Autónoma de Yucatán por las observaciones para el planteamiento del trabajo de investigación y a la Facultad de Contaduría y Administración por las facilidades otorgadas para el desarrollo de esta investigación.

## □6 Referencias

- [1] Sobrado, L. (2005). El Diagnóstico Educativo en contextos Sociales y Profesionales. Revista de Investigación Educativa.7
- [2] Solano, E., Zaragoza, M. L., & Figueroa, B. (2012). Diagnóstico en ciencia tecnología e innovación. Foro consultivo, científico y tecnológico.
- [3] Instituto de Estadística de la UNESCO. (2009). UNESCO. Medición de las tecnologías de la educación.
- [4] Caso, G. d., & Czemerinski, H. (2010). Historia de la Computación Hogareña. Departamento de Computación, FCEyN, Universidad de Buenos Aires.
- [5] Blasco, J., Mengual, S., & Roig, R. I. (2007). Competencias tecnológicas en el espacio europeo de educación superior. Revista de currículum y formación del profesorado.
- [6] Bilbao, I. (2005). Desarrollo Rural, Nuevas Tecnologías y mejora de equipamientos y servicios. Obtenido de Euskonews & Media: <http://www.euskonews.com/0304zkb/gaia30403es.html>
- [7] Aizawa, M., Prasad, L., Su-Yeon, M., & Guoping, Z. (2010). Políticas de I+D en Asia. Casa Asia.
- [8] Eungi, A., & Kyeng, M. (2010). Internet Use and Digital Divide in South Korea. Korea Observer.
- [9] Hallú, R. (2008). Las TIC como Factor de Inclusión de las Zonas Rurales Marginales. Obtenido de Encrucijadas #48: <http://www.uba.ar/encrucijadas/48/sumario/enc48-lastic.php>
- [10] World Economic Forum. (2016). The Global Information Technology Report 2016 Obtenido de [http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF\\_GITR\\_Full\\_Report.pdf](http://www3.weforum.org/docs/GITR2016/WEF_GITR_Full_Report.pdf)
- [11] del Valle, M. (2004). Tecnologías de la información y desarrollo rural: Una mirada reflexiva sobre el uso de computadores en las escuelas básicas rurales. Estudio de caso en la Provincia de Chiloé. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/egv181t/doc/egv181t.pdf>
- [12] Cruz, I. (2016). Tecnología y microfinanzas: introducción, adaptación y uso en zonas rurales. Obtenido de El financiero: <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/tecnologia-y-microfinanzas-introduccion-adaptacion-y-uso-en-zonas-rurales.html>
- [13] Forbes México (2013). Educación Tecnológica. Obtenido de: <https://www.forbes.com.mx/educacion-tecnologica/>
- [14] Iacolutti, M. D., y Avolio, S. (2006). Competencia Laboral. Evaluación Diagnostica.
- [15] Suárez, J., Almerich, G., Gargallo, B., y Aliaga, F. (2010). Archivos analíticos de políticas educativas. Revista académica evaluada por pares, independiente, de acceso abierto y multilingüe.
- [16] Tapia, F. J. (2011). Técnicas e Instrumentos de Evaluación. Contaduría e Informática Administrativa.
- [17] Torres, M., y Paz, K. (2014). Método de Recolección de Datos para una Investigación. Universidad Rafael Landívar.
- [18] Domínguez, G. (2015). Desarrollo de Competencias en el uso de las TIC en profesores de ciencia de secundaria. Tesis Doctoral.
- [19] CONACYT. (2014). Ciencia y Tecnología. *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*.
- [20] OCDE. (2009). Estudios de la OCDE sobre innovación regional en 15 estados mexicanos. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- [21] Foro Consultivo, Científico y Tecnológico, A. C. (2013) Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Capacidades y oportunidades de los Sistemas Estatales de CTI. Ranking 2013. Obtenido de: [http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/libros\\_editados/ranking\\_2013.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/libros_editados/ranking_2013.pdf)
- [22] Elliot, J. (2005). El Cambio Educativo desde la Investigación Acción. (4aEd). Madrid: Ediciones Morata.
- [23] INEGI (2010). Panorama sociodemográfico de Yucatán. México.
- [24] Consejo Nacional de Población (2015). Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015 Obtenido de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/159056/06\\_Anexo\\_B3.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/159056/06_Anexo_B3.pdf)
- [25] Domínguez, G. Canto, P., Ortega, J., y McCalman, D. (2016). Raising the Technological Competence of High School Science and Mathematics Teachers of México through Delivery of an Online Program. International Journal of Technology, Policy and Management. 16(2), 163-180. Recuperado de: <http://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=ijtpm>

[26] Suárez Rodríguez, J. M., Almerich, G., Gargallo López, B., & Aliaga, F. M. (2010). Las competencias en TIC del profesorado y su relación con el uso de los recursos tecnológicos. *Education Policy Analysis Archives/Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 18.

# El uso de m-learning y del u-learning para desarrollar las competencias de los estudiantes en las materias de Informática I y II del bachillerato modalidad mixta

María de los Ángeles Navarro Guerrero<sup>1</sup>, Alfonso Sánchez Orea<sup>1</sup>, Dolores Vargas Cerdán<sup>1</sup>, José Rafael Rojano Cáceres<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Veracruzana, Av. Xalapa s/n casi esquina con Ávila Camacho, Xalapa, Ver., 14380. México  
[mangieng69@gmail.com](mailto:mangieng69@gmail.com), [alfsanor@gmail.com](mailto:alfsanor@gmail.com), [dolores.vargass@gmail.com](mailto:dolores.vargass@gmail.com)

**Abstract.** Muchas son las reformas que se han hecho en cuestión de educación en México, tanto para nivel básico como para el medio superior y superior, sin embargo, todavía no es suficiente, aún hay mucho por hacer, sobre todo en materia de tecnología. Ésta ha venido a revolucionar todos los ámbitos y la educación no ha quedado exenta. En México se ha planeado contemplar la innovación tecnológica dentro de la educación desde el Plan de Desarrollo Nacional (PDN) 2007-2012, como en el PDN 2013-2018. Cada día aumenta más la necesidad en la población de acortar la brecha digital y a pesar de que pocas son las escuelas que ofrecen una infraestructura tecnológica, se busca la manera de desarrollar las competencias necesarias en los estudiantes haciendo uso de diferentes estrategias. Una de ellas es el uso de la tecnología móvil (m-learning y u-learning), tanto adultos como menores de edad hace uso de esta tecnología para poder comunicarse, investigar y hacer diferentes tipos de transacciones, por tal motivo y tomando como base las cifras que arroja el [1], se considera al teléfono móvil como un recurso viable que se puede utilizar en el proceso de enseñanza aprendizaje.

**Keywords:** Dispositivo Móvil, m-Learning, Educación, Bachillerato modalidad mixta, u-learning.

## 1 Introducción

La educación media superior, específicamente el Bachillerato General, es el nivel educativo que sigue después de la secundaria y se considera como preparatorio para el nivel superior. Estas instituciones educativas dependen directamente de la Subsecretaría de Enseñanza Media Superior y Superior la cual pertenece a la Secretaría de Educación Pública (SEP). El bachillerato tiene varias modalidades, el escolarizado (asisten a clases de lunes a viernes), en línea (es educación a distancia vía internet) y la modalidad mixta (asisten sólo los sábados). La curricula del bachillerato ha sufrido diversas actualizaciones, una de ellas fue en el 2008 en la cual se adicionaron un enfoque de competencias clasificadas en genéricas, disciplinares y profesionales [2], además se incluyeron nuevas materias como es el caso de informática I e Informática II, para primer y segundo semestre respectivamente, teniéndolas como materias obligatorias dentro del plan de estudios del bachillerato, situación que ha orillado a las escuelas a hacer uso de la tecnología y a buscar equipar sus escuelas con un centro de cómputo donde los estudiantes puedan realizar sus prácticas, pero no solo ha sido necesario buscar la infraestructura tecnológica, sino también la capacitación docente y una nueva forma de planear las clases, por tal motivo, los docentes deben cambiar su estilo de enseñanza para poder adecuarse al nuevo enfoque de competencias.

El rol del profesor ha cambiado substancialmente, dejó de ser la única persona que poseía el conocimiento, ahora con el uso del internet y la comunicación global, los estudiantes pueden investigar fácilmente cualquier tema que les interese sin necesidad de esperar que el maestro les explique y, no tienen que trasladarse a otro lugar, tan solo con utilizar su celular que tenga conexión a internet, pueden indagar sobre algún tema.

Los dispositivos móviles han causado un gran revuelo en la vida de las personas, actualmente según [1], el 78.6% de la población a nivel nacional tienen un celular y en el estado de Veracruz, el 72.7% cuentan con este dispositivo móvil.

Tomando en consideración este aspecto, porqué no pensar en la posibilidad de llevar a cabo un a prueba piloto en el nivel bachillerato, específicamente en las materias de Informática I e Informática II, haciendo uso del celular como una herramienta de apoyo para que los estudiantes puedan desarrollar las

competencias requeridas en estas materias y de tal forma, que no sea tan necesario que los estudiantes tengan una computadora en sus casas. Es aquí cuando al hablar de la tecnología móvil se puede pensar en m-learning y en el aprendizaje ubicuo.

El m-learning y el aprendizaje ubicuo pueden ser una excelente alternativa para el proceso de enseñanza aprendizaje del bachillerato modalidad mixta. Cabe aclarar que, la modalidad de este bachillerato radica en que los estudiantes asisten a clases solamente los sábados, por lo cual el tiempo de enseñanza presencial se reduce escasamente a un tercio o un cuarto del Sistema Escolarizado (clases de lunes a viernes), razón por la cual hay que buscar estrategias para apoyar a los estudiantes entre semana. Aún cuando se ofrecen asesorías presenciales entre semana, muchos de los alumnos no pueden asistir porque trabajan, entonces es recomendable hacer uso de la tecnología para subsanar esta situación.

## 2 Estado del Arte

### 2.1 El m-learning

El m-learning es una evolución del e-learning y del b-learning y su potencialidad se basa en que aprovecha a las tecnologías móviles para utilizarlas en el proceso de aprendizaje. En [3] se menciona que un proceso de enseñanza y aprendizaje tiene lugar en distintos contextos (virtuales o físicos) y /o haciendo uso de tecnologías móviles.

En [3] se hace referencia a lo que mencionan Valk, Rashid y Elder (2010), “MLearning amplía la disponibilidad de materiales educativos de calidad a través de la disminución de costos y aumento de la flexibilidad al tiempo que mejoran la eficiencia y la eficacia de la administración y la política educativa”. (p. 120)

### 2.2 El u-learning

Según [4], el Aprendizaje Ubicuo o u-learning es un nuevo paradigma de aprendizaje que ha avanzado del aprendizaje convencional al aprendizaje electrónico (e-learning) y del e-learning al aprendizaje móvil (m-learning), y ahora al u-learning; este último se fundamenta en la tecnología ubicua, con la cual se pretende facilitar la construcción de un ambiente de aprendizaje permita a una persona aprender en cualquier lugar y en cualquier momento (Yahya, Ahmad, & Jalil, 2010).

Este nuevo paradigma de aprendizaje (learning anywhere anytime) se vincula fuertemente con los teléfonos inteligentes, los cuales muestran una total ventaja por la movilidad que ellos permiten.

Existen una serie de características del aprendizaje ubicuo propuestas por Yahya y otros (2010) que se observan en la tabla 1:

Característica	Significado
1. Permanencia	Los usuarios siempre tendrán su información segura siempre y cuando no decidan eliminarla.
2. Accesibilidad	Los estudiantes tienen la posibilidad de acceder a la información en el momento que la necesiten.
3. Inmediatez	Los estudiantes pueden recuperar la información de forma rápida.
4. Interactividad	La interacción de los estudiantes con otros compañeros, maestros o personas especializadas puede darse de manera oportuna con eficiencia y eficacia haciendo uso de diferentes dispositivos de comunicación.
5. Adaptabilidad	En este aspecto, el entorno se adapta a las necesidades reales de los estudiantes por lo tanto la información que se proporciona es adecuada a dichas necesidades

**Tabla 1.** Características del aprendizaje ubicuo

Es importante mencionar que u-learning no solo se limita a recibir instrucción por medio de la computadora o por dispositivos móviles, sino también aprovecha cualquier medio tecnológico que permita recibir información y facilite el aprendizaje. Dentro de las ventajas del aprendizaje ubicuo están el que los estudiantes puedan seleccionar los objetivos de aprendizaje y aplicar su estilo de aprendizaje; al mismo tiempo pueden utilizar cualquier plataforma que más les guste y además, estar ubicados en cualquier parte del mundo. Por lo anterior es muy común escuchar la frase *el aprendizaje se traslada más allá del aula*.

### **3 Contexto**

Este nuevo paradigma de aprendizaje (m-learning o u-learning) se pretende aplicar con estudiantes de bachillerato de modalidad mixta, en la escuela Profesor Joaquín Ramírez Cabañas en la ciudad de Coatepec, Ver. La modalidad mixta se formó en esta ciudad apenas en el año 2009, compartiendo todos los salones y algunos otros espacios físicos de los otros turnos (matutino y vespertino). El “mixto” inició con una matrícula de 11 alumnos y 9 profesores, al día de hoy la comunidad estudiantil está formada por 600 alumnos con edades entre 15 y 25 años en promedio y 115 maestros. Actualmente ingresan aproximadamente 250 alumnos a primer semestre, quiero mencionar que en cada periodo hay todos los semestres. Los alumnos que asisten al mixto vienen de Coatepec, así como de municipios circunvecinos, su nivel socioeconómico es medio a bajo, con carencias de conocimientos de la educación básica. En el caso de Informática, han habido alumnos que nunca han utilizado una computadora, lo cual se ha podido constatar al momento que realizan sus prácticas.

Es importante aclarar que no se compartieron los espacios físicos del inmueble, por ejemplo en el caso del centro de cómputo que los turnos matutino y vespertino utilizan, al mixto no se le permite utilizarlo, sin embargo, a pesar de este inconveniente, durante aproximadamente 6 años, se utilizó otro centro de cómputo que ahí existía, éste era el del Consorcio Clavijero (Bachillerato en línea), proyecto que surgió durante el sexenio del Lic. Fidel Herrera Beltrán para aquellos alumnos que no pudieron entrar a los bachilleratos oficiales, entonces se les ofreció cursarlo en línea. Este equipo estaba conformado por dos Servidores que atendían a 20 terminales, diez cada uno, por lo cual la oferta de equipo de cómputo era para 30 alumnos en cada clase, sin embargo, hace como un año y medio se llevaron uno de los servidores y sólo se quedaron 10 terminales; posteriormente, hace como un año el turno matutino dividió el salón de cómputo en dos salones, así que ya no se tiene ni equipo ni un espacio donde los estudiantes puedan llevar a cabo sus prácticas en la escuela.

### **4. Propuesta a implementar**

Después de plantear la situación que se presenta en la escuela Profesor Joaquín Ramírez Cabañas de la ciudad de Coatepec, en cuanto a los problemas relacionados con la materias de Informática I e Informática II, se puede entender el porqué pensar en utilizar un aparato móvil para apoyar a los estudiantes a desarrollar las competencias que se establecen en sus materias de Informática, algunas razones puntuales en [5] se mencionan:

- Los dispositivos móviles invaden un lugar cada vez más predominante en todo el mundo.
- Se ha creado mucha expectación y exaltación contexto al concepto conocido como Mobile Learning en el proceso de enseñanza – aprendizaje.
- El aprendizaje ubicuo ejecutado en sus diferentes modalidades e-learning, m-learning, u-learning y b-learning, es el paradigma educativo que determina a las sociedades de la información y el conocimiento.

Stockwell como se citó en [4] afirma: el éxito del aprendizaje ubicuo se basa en el trabajo colaborativo, aprendizaje silencioso, a la interconectividad de los datos, la inteligencia colectiva, el intercambio creativo digital, las inteligencias emergentes y, entre otros, a la sabiduría de las multitudes generadas a través de las tecnologías ubicuas.

El introducir el celular a las prácticas de enseñanza-aprendizaje de toda la currícula del bachillerato mixto como herramienta de apoyo para los estudiantes, no es una tarea sencilla, debido a que se deben involucrar, consensuar y convencer a diferentes actores, por ejemplo: directivos, docentes, alumnos y padres de familia; por esta razón se planea, inicialmente, llevar a cabo la investigación con los maestros de las materias de Informática I e Informática II, por tener un perfil profesional relacionado con el ámbito de las tecnologías, es importante aclarar que la Directora de la escuela está enterada y de acuerdo en que se hagan estas pruebas. Inicialmente, se considera pertinente estudiar de forma cuidadosa los temas de cada materia de Informática y cambiar la planeación de sus secuencias didácticas incluyendo en ellas el uso del celular.

#### **4.1 Objetivo General**

Evaluar el desarrollo de las competencias del alumno, en las materias de Informática del Sistema de Enseñanza Media Superior en su modalidad mixta de la Ciudad de Coatepec, Ver., después de llevar a cabo algunas actividades a través de dispositivos móviles.

#### **4.2 Objetivos Específicos**

- Seleccionar las herramientas tecnológicas que mejor apoyen al desarrollo de las competencias que se establecen en los programas de Informática
- Capacitar a los docentes y alumnos en el uso de aplicaciones para dispositivos móviles.
- Destacar ante la comunidad docente y directivos las ventajas de incorporar las TIC en la práctica docente para la modalidad Mixta..

#### **4.3 Metodología**

El Método de investigación-acción en la educación es la propuesta metodológica que se sugiere para llevar a cabo la la propuesta, teniendo en cuenta que según [6]

Es un proceso de peldaños en espiral, se desarrollan de manera repetitiva y secuencial los siguientes pasos:

1. Delimitación del problema a investigar en la acción.
2. Planificación del proceso de acción.
3. Ejecución de la acción.
4. Evaluación de lo generado en la acción.

Al ser el proceso de esta metodología en espiral, permite tener un enfoque cíclico e iterativo, además se puede valorar en cada una de las vueltas (espiral) algún resultado de la investigación, incluso el proceso mismo de la metodología y, valorar si el camino es correcto o hay que realizar ajustes pertinentes.

A continuación, se presenta la lista de acciones que hasta el momento se tienen contempladas para llevarlas a cabo para lograr el proyecto de investigación propuesto:

- Establecer el problema
- Determinar las variables de investigación
- Establecer las políticas de confidencialidad de los datos personales
- Realizar acuerdos y obtener las autorizaciones correspondientes para la realización de este proyecto por parte de la Institución Educativa.
- Analizar las competencias que deben desarrollar los alumnos, mismas que están descritas en los programas oficiales de las materias
- Diagnosticar los estilos de aprendizaje de los estudiantes a través de tests
- Diseñar las actividades de enseñanza-aprendizaje que puedan ser resueltas en casa, escuela, parque, negocio o trabajo a través de dispositivos móviles.
- Aplicar una evaluación diagnóstica de las competencias iniciales de los educandos y otra al término del curso.
- Informar a los estudiantes del proyecto, la importancia de realizar las actividades propuestas en la plataforma para que sean conscientes de la implicación que conlleva.
- Capacitar a estudiantes y docentes sobre el uso de la nueva tecnología.

## 5 Resultados esperados

Por último, surge una pregunta de suma importancia, ¿Qué se espera obtener de esta investigación? ¿Hasta dónde se quiere llegar? ¿Qué cambios se pueden llegar a dar? ¿Existirán tropiezos en el trayecto de la investigación?

Bien, como respuesta a la primera pregunta, las respuestas son varias:

- Se desea que los estudiantes puedan desarrollar las competencias que se establecen en el bachillerato en relación con las materias de Informática I e Informática II, haciendo uso de un dispositivo móvil, que por lo general lo utilizan como medio de entretenimiento.
- Que para aprender no es necesario estar físicamente todos los días en la escuela.
- Que los docentes comprendan lo importante que es la innovación en la práctica docente, lo cual no significa que siempre se va a involucrar a la tecnología.

La segunda pregunta, se puede resolver de la siguiente manera:

- Que exista una colaboración entre padres, estudiantes, profesores e institución educativa, todos comprometidos para conseguir elevar el rendimiento académico de los alumnos.
- Que pueda haber una transformación en relación a la cultura digital y se acorte la brecha digital.
- Involucrar a los otros bachilleratos de modalidad mixta a probar este proyecto, este es uno de los cambios importantes que sería estupendo lograr.
- Por último, se hace la pregunta si se encontrarán tropiezos, por supuesto que en todo proyecto de investigación existen dificultades, dependiendo de cada una y sus implicaciones, se decidirá qué acción será la más adecuada para llevar a cabo.

## Referencias

- [1] INEGI. (5 de Mayo de 2015). INEGI. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx>
- [2] COSDAC. (12 de Febrero de 2016). COSDAC. Obtenido de <http://cosdac.sems.gob.mx/portal/index.php/riems>
- [3] Hernández Carvajal, N. (2017). Uso del teléfono inteligente para el aprendizaje ubicuo en la enseñanza del inglés en una modalidad de educación superior a distancia. *Revista de Pedagogía*, 38 (102), 144-163.
- [4] Coto, M., & Collazos, C., & Mora Rivera, S. (2016). Modelo Colaborativo y Ubicuo para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel Iberoamericano. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (48), 1-30.
- [5] Chanto Espinoza, C. L. (2017). "El móvil learning y la educación virtual ubicua". "The mobile. IOSR Journal of Computer Engineering Vol 19, 40-46.
- [6] Álvarez, A., & Álvarez, V. (2015). Métodos en la investigación educativa. Obtenido de Fomento Cultural, Universidad Pedagógica Nacional: <http://editorial.upnvirtual.edu.mx/index.php/9-publicaciones-upn/195-metodos-en-la-investigacion-educativa>
- [7] Cabero Almenara, J., & Barroso Osuna, J. (2015). La investigación en tecnología educativa. Nuevos retos en tecnología educativa. Capítulo 13. Madrid: Síntesis.
- [8] García-Valcárcel, A., & Hernández, A. (2013). Los recursos tecnológicos como instrumentos al servicio de la innovación educativa. Buenas prácticas en el uso de la tecnología para la mejora de la enseñanza (capítulo 9). Madrid: Síntesis.
- [9] Ramírez Montoya, M. S., & García Peñalvo, F. J. (2017). La integración efectiva del dispositivo móvil en la educación y en el aprendizaje. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia , 29-47.
- [10] Sánchez Prieto, J. C., Olmos Migueláñez, S., & García Peñalvo, F. J. (2017). Motivación e innovación: Aceptación de tecnologías móviles en los maestros en formación. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia , 273-292.

# **IX. Emprendimiento**

# ANÁLISIS DEL EFECTO SOCIAL DE UN REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL DE ACCESO ABIERTO, COMO ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN Y PRESERVACIÓN DE CONTENIDOS ACADÉMICOS Y DE INVESTIGACIÓN, PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

Dra. Laura de Jesús Velasco Estrada<sup>1</sup>  
Dra. Zoily Mery Cruz Sánchez<sup>2</sup>  
Dr. Enoch Yamil Sarmiento Martínez<sup>3</sup>  
Dr. José Rodolfo Calvo Fonseca<sup>4</sup>  
Dra. Carmen Carolina Ortega Hernández<sup>5</sup>

Universidad Autónoma de Chiapas, Boulevard Belisario Domínguez Km. 1081, Colonia Centro, C.P. 29020, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

<sup>1</sup>lau-velasco@hotmail.com (9611329188), CP 29020

**Resumen.** La difusión de la ciencia y la cultura es una tarea compleja, involucra dimensiones conceptuales y lingüísticas de gran envergadura. En el presente proyecto de investigación se presentan los resultados de un estudio que indican el crecimiento, desarrollo, beneficios e importancia de los repositorios digitales institucionales, así como retos que implican su implementación. Se realizó el estudio de estándares internacionales de calidad editorial, el acceso abierto, condiciones de interoperabilidad a través de internet y los lineamientos publicados por el CONACYT en 2015, que es parte de la nueva estrategia del Gobierno Federal en atención a las demandas de contar con un medio de consulta de los recursos generados en Centros de Investigación, Universidades e Instituciones Públicas financiadas con recursos públicos. Así como la situación actual de los repositorios en países como España, Costa Rica, Estados Unidos y México.

**Palabras clave.** Repositorio digital, UNACH, investigación, acceso abierto, universidades.

**Abstract.** The diffusion of science and culture is a complex task, involving large conceptual and linguistic dimensions. In the present research project the results of a study that indicate the growth, development, benefits and importance of the institutional digital repositories are presented, as well as challenges that imply their implementation. The study of international standards of editorial quality, open access, interoperability conditions through internet and the guidelines published by CONACYT in 2015, which is part of the new strategy of the Federal Government in response to the demands of having a means of consulting the resources generated in Research Centers, Universities and Public Institutions financed with public resources. As well as the current situation of repositories in countries such as Spain, Costa Rica, the United States and Mexico.

**Keywords.** Digital repository, UNACH, research, open access, universities.

## Introducción

La difusión de la ciencia y la cultura es una tarea compleja, involucra dimensiones conceptuales y lingüísticas de gran envergadura. En el presente proyecto de investigación se hace un análisis del crecimiento y desarrollo de los repositorios digitales dentro de las instituciones de educación superior.

La publicación científica en medios electrónicos se logra gracias al desarrollo de ArXiv en 1991 por Ginsparg, quien comenzó a hacer uso de las tecnologías de la información y saco partida de esta herramienta, que en nuestros días se ha vuelto indispensable a nivel mundial en la vida cotidiana de las personas, como lo es el internet.

Tras el desarrollo del internet y las publicaciones en medios digitales se han creado licencias que protegen los derechos de autor, limitan el acceso total o parcial de los resultados de investigaciones publicados por

científicos, académicos, tecnólogos, estudiantes, docentes, etc., creando barreras que dificultan su difusión.

En la presente tesis se plantea un Análisis del Impacto social de un repositorio digital institucional de acceso abierto, como estrategia de difusión y preservación de contenidos académicos y de investigación, para la Universidad Autónoma de Chiapas. Tiene por objetivo indagar sobre los beneficios de contar con un repositorio institucional, conocer las ventajas de difusión de la producción académica y de investigación, así como estudiar los lineamientos del CONACYT para desarrollar repositorios institucionales que tiene como finalidad la conformación de un repositorio nacional que forma parte de la estrategia del gobierno federal prescrita en el Programa Nacional de Desarrollo 2014 – 2018.

Las publicaciones en medios electrónicos se han incrementado considerablemente debido al crecimiento exponencial de las TIC. Ahora vivimos en una época de cambios constantes en el estilo de vida de las sociedades que de manera acelerada introducen a las nuevas generaciones al uso excesivo, en algunos casos de dispositivos electrónicos y/o móviles, para fines del presente trabajo de investigación nos enfocaremos en los dispositivos móviles como el Smartphone, Tablet y Laptop.

Esta transformación de la que es participe la sociedad a nivel mundial obligada por el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han puesto en tela de juicio si se trata de una nueva etapa de la sociedad, una nueva era, como menciona Manuel Castells una “sociedad del conocimiento” o “sociedad de la información”; Daniel Bell en 1973 en su libro El advenimiento de la sociedad post-industrial, fue quien acuñó el término de sociedad de la información, partiendo de un contexto de política e ideología conforme a la globalización neoliberal cuyo principal objetivo es un mercado abierto y autoregulado.

La sociedad del conocimiento surge a finales de la década de los 90, donde fueron los académicos quienes lo emplearon y la UNESCO adopta el término e incluye una variante “sociedad del saber” considerándola más incluyente en lo social, cultural, económico, político e institucional. Es aquí donde en el presente proyecto de investigación se realiza una indagación de como otras universidades en países como España, Costa Rica, Estados Unidos y México están adoptando, desarrollando, adaptando, aplicando y evaluando políticas públicas que permitan el desarrollo social educativo de todos su habitantes.

### **Problema de investigación**

Con el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ahora se pueden almacenar grandes cantidades de datos e información. Pero nos enfrentamos a un problema que es el desarrollo exponencial que las TIC han traído, se trata de la recuperación y almacenamiento de información de calidad.

De acuerdo con Zambrano (2009) las TIC son: múltiples herramientas tecnológicas dedicadas a almacenar, procesar y transmitir información, haciendo que ésta se manifieste en sus tres formas conocidas: texto, imágenes y audio.

Con el desarrollo de las TIC en 1991 fue creado arXiv por Paul Ginsparg, iniciando como un archivo para borradores de física y tiempo después se incluyeron materiales de otras áreas del conocimiento y a partir de ese momento se condujo a una nueva forma en que se efectúan las publicaciones científicas.

Mediante estas herramientas es posible conocer la cultura de todo el mundo mediante un dispositivo conectado al internet, además permite dar seguimiento a los avances y productos de investigación. Las nuevas generaciones prefieren realizar búsquedas de información a través del internet desde su Smartphone en lugar de acudir a consultar libros en bibliotecas públicas o privadas.

En el internet podemos encontrar un sinnfín de información disponible en distintos idiomas y variedad de formatos que en su mayoría no están categorizados, clasificados, validados o que cuenten con el respaldo de alguna institución, colegio, centro de investigación o alguna otra entidad que acredite la calidad del contenido. El problema se agrava cuando no se dispone de la fuente del contenido, fecha de creación y autoría.

Para el internet existen buscadores privados que permiten filtrar y depurar la información recuperada de servidores públicos y en su mayoría de servidores privados, por lo cual implica que el servicio sea privado y para hacer uso de estos buscadores se requiere de la compra de una licencia o permiso.

Para hacer este primer filtro de información disponible en la red es necesario que cada objeto digital cuente con identificadores o metadatos, Baca (1999) menciona que los metadatos o metadata, literalmente son “datos sobre datos”, los metadatos incluyen datos asociados tanto con un sistema de información como con un objeto informático para fines descriptivos, administrativos, legales, técnicos, de uso y de conservación.

Los centros de investigación, colegios, asociaciones e instituciones de educación superior son quienes se encargan de almacenar gran parte de la producción académica en sus servidores y otra parte de esos productos de investigación son publicados y almacenados en revistas.

La finalidad de la publicación y el almacenamiento es dar a conocer los resultados de las investigaciones que se realizan y ponerlas a disposición de todo el mundo, así como todos los materiales académicos que son generados por instituciones de educación superior.

Ante la creciente producción en masa de información que es almacenada en la red, la tarea de recuperar la información deseada, aplicar filtros, depurar contenidos se vuelve compleja y si no fuera por las mismas herramientas que se han desarrollado paralelamente al internet ¡sería imposible!

Con los servidores privados se tiene mayor control sobre los servicios del sistema, pero es dependiente de la configuración que se otorgue para el resto de los usuarios, en este caso se dispone de un equipo de cómputo en donde se realiza la configuración para determinar quiénes pueden subir información el servidor y que criterios deben cumplir para poder depositarlos (Guillermo, 2012).

Por lo tanto, para difundir la ciencia se necesita de un medio disponible todo el tiempo y para todo el mundo al cual puedan acceder sin restricción alguna. Cuando de acceso abierto se habla, se refiere a libre de suscripción, gratuito, sin requerimiento de licencia, usuario o password. Con el acceso abierto se garantiza la disponibilidad de estos materiales a todo el mundo que cuente con un dispositivo electrónico con acceso a internet. (Cetto, 2015).

El acceso abierto implica el uso de estándares y de software libre, que permitan el desarrollo en conjunto, tal es el caso del sistema operativo Linux, el cual cuenta con una Licencia Pública General (GPL), esta licencia permite aportar mejoras del sistema e incorporarlas inmediatamente a las plataformas en todo el mundo. Como por ejemplo en las plataformas de aprendizaje como Moodle, que puede ser descargada y modificada. Pero en ambos casos, esto se logra gracias al uso de estándares, para la codificación y especificación de técnicas. Para el caso de la difusión de la ciencia se requiere el uso de estándares para la recuperación de la información, los cuales están especificados en los Lineamientos Técnicos para el Repositorio Nacional y los Repositorios Institucionales del CONACYT, además de los estándares y recomendaciones del acceso abierto que permiten la clasificación de contenidos en la red y el uso correcto de metadatos.

La presente investigación tiene como propósito analizar, a través de una aproximación cualitativa, el impacto social de un repositorio digital institucional de acceso abierto, como estrategia de difusión y preservación de contenidos académicos y de investigación para la Universidad Autónoma de Chiapas, debido a que actualmente no existe un medio donde los docentes, académicos, investigadores y alumnos de la universidad puedan depositar y consultar los materiales académicos y de investigación. Actualmente pocos de estos materiales son publicados en revistas que cada facultad o grupo colegiado tiene a su disposición; pero solo algunas cumplen con ciertos requisitos de calidad como la revisión por pares ciegos, pero en su mayoría son revistas que difícilmente están disponibles en la red o que cuenten con una publicación periódica ininterrumpida ya sea mensual, bimestral, etc., por lo tanto, dificulta la difusión y consulta de material académico y de investigación que se realiza en la universidad.

### **Preguntas de investigación**

¿Contar con un repositorio digital institucional de acceso abierto y el uso de las tecnologías de la información y comunicación permitirán difundir, preservar, mejorar la calidad y productividad académica de la Universidad Autónoma de Chiapas?

1. ¿Contar con un repositorio incrementara la calidad académica?
2. ¿Desarrollar un repositorio digital de acceso abierto incrementara la difusión de los contenidos académicos y científicos?
3. ¿El uso del repositorio facilitara la obtención de estadísticas e indicadores que permitan su correcta y pronta evaluación ante organismos acreditadores y certificadores de calidad?
4. ¿Contribuirá para que los alumnos, docentes e investigadores mejoren su producción académica?
5. ¿Contribuirá a la internacionalización de la Universidad Autónoma de Chiapas, de acuerdo con el Proyecto Académico 2014 – 2018?

### **Objetivo general**

Análisis del Impacto social de un repositorio digital institucional de acceso abierto, como estrategia de difusión y preservación de contenidos académicos y de investigación, para la Universidad Autónoma de Chiapas.

### **Objetivos específicos**

- Indagar sobre los beneficios de contar con un repositorio institucional
- Conocer las ventajas de difusión de la producción académica y de investigación de la Universidad Autónoma de Chiapas
- Estudiar los lineamientos del CONACYT para desarrollar repositorios institucionales y su correcta interoperabilidad con el repositorio Nacional.

## Estado del arte

### Impacto social

El término impacto, de acuerdo con el Diccionario de uso del español proviene de la voz “impactus”, del latín tardío y significa, en su tercera acepción “impresión o efecto muy intensos dejados en alguien o en algo por cualquier acción o suceso”.

En el curso/taller módulo 3: evaluación de impacto publicado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Bello (2009) menciona, “el impacto está compuesto por efectos a mediano y largo plazo que tiene un proyecto o programa para la población objetivo y para el entorno, sean estos efectos o consecuencias deseadas (planificadas) o sean no deseadas.”

Vanclay, Esteves, Aucamp & Franks (2015) mencionan que “los impactos sociales incluyen todos los aspectos asociados con una intervención planeada (esto es, un proyecto) que afectan o involucran a las personas, ya sea directa o indirectamente.” El impacto social es algo que se experimenta o se siente, en el sentido perceptual (cognitivo) o corporal (físico) a nivel de la persona, unidad económica, grupo social, empresa o institución o más generalmente de comunidad/sociedad. “Estos diferentes niveles se ven afectados de diferentes maneras por un impacto o por una acción que causa impacto.”

**Tabla 1.** Impacto social por ámbitos

La forma de vida de las personas
Su cultura
Su comunidad
Sus sistemas políticos
Su entorno
Su salud y bienestar
Sus derechos
Sus temores y aspiraciones

**Fuente:** Vanclay, 2003

De acuerdo con la tabla presentada por Vanclay (2003), los impactos sociales son cambios en uno o más de los ámbitos presentados anteriormente. La forma de vida, cómo viven, trabajan., su cultura, creencias, valores., comunidad, servicios e instalaciones., sistema político, nivel de democratización., su entorno, calidad del aire y agua., salud y bienestar, desde el punto de vista físico, mental, social y espiritual., sus derechos personales como a la propiedad y por último sus temores y aspiraciones, percepciones acerca de su propia seguridad y futuro.

Garriga (2013). El impacto social puede definirse como “influencia o efecto dejados en alguien o en algo por causa de cualquier acción o actividad” y, por ende, el impacto social puede definirse como “la influencia o efecto en la sociedad por causa de cualquier acción o actividad (programa)”. La clave es definir este efecto en la sociedad.

### Antecedentes

La producción de materiales académico – científico de las universidades se han ido incrementando y acelerando a medida que las tecnologías de la información y comunicación (TIC) permiten el acceso a una mayor cantidad de fuentes de conocimiento. Además, las universidades establecen dentro de sus leyes orgánicas o proyectos académicos fomentar e impulsar la productividad académica para atender a las necesidades que la sociedad demanda.

Cuando se genera una gran cantidad de materiales digitales en una amplia variedad de formatos como son texto, imágenes, audio y video, se requiere de un lugar donde depositarlos para preservarlos y después consultarlos.

Algunas universidades disponen de un medio para publicar y preservar sus resultados de investigaciones, tal es el caso de las revistas digitales. Pero las revistas tienen una periodicidad, son temáticas, de divulgación o científicas, entre otras. De tal manera que se crean diferentes espacios donde preservar contenidos, los cuales para ser consultados se vuelve una tarea algo tediosa.

Las bibliotecas digitales o virtuales que han tenido gran auge estos últimos años, han sido una opción para clasificar y organizar los materiales que posteriormente son puestos a disposición de los universitarios y público en general. Sin embargo, la prolífera producción requiere de plataformas o medios más dinámicos que permitan recuperar información sin que requiera de conocimientos previos sobre la catalogación de contenidos como tradicionalmente se maneja en una biblioteca.

La finalidad de un repositorio digital institucional es recuperar todo ese material creado por la comunidad universitaria y alojarla en un solo lugar donde se pueda hacer de uso público, disponible todo el tiempo sin limitación de la zona geográfica o cuentas de acceso. Para lograrlo se requiere que existan políticas que regulen la producción, distribución y preservación de dichos materiales.

La falta de una política editorial que regule todo el proceso que se requiere para la publicación de materiales académico – científico será una desventaja para contar con un repositorio de calidad, que cuente con una gran variedad de temas, contenidos y día a día aumente la cantidad de materiales educativos y sobre todo que cuente con material actualizado; limitara que la comunidad estudiantil específicamente cuente con una fuente de consulta que contribuyan a su formación profesional.

### **Repositorios digitales**

Los repositorios nos permiten preservar y clasificar contenidos digitales que día a día se producen y son almacenados en la nube. Debido al crecimiento exponencial de las TIC, la producción es mayor y constante, lo cual hace difícil recuperar información veraz y actualizada.

Dentro de las instituciones ha implicado nuevas formas de gestión de contenidos, así como la forma en que se realizan las actividades de investigación y docencia. Ahora la producción es con mayor fluidez y la transmisión del conocimiento se amplía gracias a modelos flexibles de la educación a distancia que algunas universidades han comenzado a implementar para sacar el mayor provecho del desarrollo tecnológico en beneficio a la sociedad.

De acuerdo con (Bongiovani, 2010)

“un repositorio es una colección de objetos digitales basada en la web, de material... producido por miembros de una institución (o varias) con una política definida...”

La Red Mexicana de Repositorios Institucionales, define a un repositorio como:

“Es un sitio web que recoge, preserva y difunde la producción académica de una institución, permite el acceso a los objetos digitales que contiene y a sus metadatos” Ernest Abadal (2012).

De acuerdo con Bustos & Fernández (2009) un Repositorio Institucional es un archivo electrónico de la producción científica de una institución, almacenada en un formato digital, en el que se permite la búsqueda y la recuperación para su posterior uso nacional o internacional.

De acuerdo con el artículo 4, fracción XII, de la Ley de Ciencia y Tecnología, un repositorio es “la plataforma digital centralizada que, siguiendo estándares internacionales, almacena, mantiene y preserva la información científica, tecnológica y de innovación, la cual se deriva de las investigaciones, productos educativos y académicos”. (DOF, 2014).

Lynch (2003) se refiere a los repositorios institucionales universitario como:

“Conjunto de servicios que ofrece la Universidad a los miembros de su comunidad para la dirección y distribución de materiales digitales creados por la institución y los miembros de esa comunidad. Es esencial un compromiso organizativo para la administración de esos materiales, incluyendo la preservación a largo plazo cuando sea necesario, así como la organización y acceso o su distribución.”

La vasta producción de contenidos digitales y el número de repositorios institucionales de acceso abierto que se han ido desarrollado ha generado una tipología de repositorios, los cuales pueden ser:

- Temáticos: Aquellos que contienen documentos referentes a un solo tema, usualmente artículos científicos.
- Materiales Académicos: Además de contener documentos científicos arbitrados, alberga cualquier tipo de materiales que sean de apoyo a la enseñanza – aprendizaje, incluyen una amplia variedad de temas.
- Objetos de aprendizaje: Estos repositorios por lo regular están basados en unidades de aprendizaje, que tienen como finalidad transmitir un conocimiento concreto y estos materiales son reutilizables.
- Institucionales: Son repositorios que incluyen material académico diverso, mantienen todo el material organizado y clasificado por áreas temáticas.

Redalyc & UAEMex (2013) consideran otro tipo de clasificación según el objetivo por el cual fue creado, resultando los dos siguientes:

1. Institucionales: La producción de los miembros de una institución, ya sea una universidad o un centro de investigación. Y son de carácter multidisciplinar.
2. Temáticos: Su contenido está especializado en un determinado ámbito científico. Pueden ser creados por instituciones académicas, organismos públicos u organismos sin ánimo de lucro.

### **Tipología**

El criterio más usado para distinguir los repositorios toma en consideración el objetivo principal por el cual fue creado. Se distinguen, por un lado, los repositorios institucionales, que han sido desarrollados por una institución académica o de investigación para recoger y difundir su producción científica y, por otro lado, los repositorios temáticos que tienen como objetivo fundamental difundir la producción científica en unas áreas de conocimiento determinadas.

- Institucionales: Contienen información de los miembros de una institución, ya sea una universidad o un centro de investigación. Tienen carácter multidisciplinar. A veces se centran exclusivamente en contenidos científicos (artículos de revistas, tesis, congresos, etc.) pero existen también ejemplos de inclusión de material docente, documentación administrativa, colecciones patrimoniales, etc.
- Temáticos: Sus contenidos están especializados en un determinado ámbito científico. Los creadores pueden ser instituciones académicas, organismos públicos y organismos sin ánimo de lucro.

### **Repositorios Institucionales**

Las instituciones de educación superior (IES) están experimentando la necesidad de gestionar su educación, investigación y recursos de forma más efectiva y transparente. Haciendo que la investigación y la producción científica se encuentre fácilmente disponible apoyada de las tecnologías de la información y comunicación. Para la sostenibilidad de los repositorios se apoyará el desarrollo de nuevas relaciones entre los académicos y centros de investigación, tanto nacionales e internacionales. Esto supone un estímulo económico y un desarrollo social; el desarrollo de un entorno pedagógico rico en información que tendrá un enfoque centrado en el estudiante.

Los repositorios registrados que se encuentran operando y contribuyen a la diseminación del conocimiento ya forman parte del repositorio nacional en su versión beta administrado por CONACYT.

**Figura 1.** Algunas características de un repositorio institucional y sus implicaciones

Repositorio institucional	Implicaciones
Plataforma con una tecnología adaptada a las necesidades de la institución (software, metadatos, formatos, métodos de preservación)	Aloja Difunde Hace accesible los recursos digitales
Alojamiento de la producción científica y actividad académica de una institución	Visibilidad Imagen de la producción científica de una institución
Políticas del repositorio	Compromiso de los gestores y de los autores para llegar a la sociedad en general
Pueden generar nuevos servicios derivados de los contenidos (índices "repometrics", overlay y journals, recuperación selectiva, alertas, etc.)	Permite la reutilización de datos para investigaciones posteriores
Nuevos valores: incentivos para los autores, medidas de impacto, reconocimiento por la institución, uso en la evaluación (curricular) de la producción científica	Puede ser una marca de identidad y de calidad de la propia institución

Fuente: Melero, 2008

### Repositorios digitales en Latinoamérica

El Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) es una institución internacional no-gubernamental, creada en 1967 y que mantiene relaciones formales de consulta con la UNESCO. Sus objetivos son la promoción y el desarrollo de la investigación y la enseñanza de las Ciencias Sociales; el fortalecimiento del intercambio y la cooperación entre instituciones e investigadores dentro y fuera de la región; la adecuada diseminación del conocimiento producido por científicos sociales entre las fuerzas y movimientos sociales y las organizaciones de la sociedad civil.

Los repositorios documentales existentes en Latinoamérica y los principales directorios que congregan la información de los proveedores de datos existentes, donde las mismas instituciones se han auto registrado, son las siguientes:

- Directorio de repositorios de acceso abierto OpenDOAR
- Registro de repositorios de acceso abierto ROAR
- La lista de proveedores de datos de la iniciativa de archivos abiertos
- Directorios instancias instaladas de DSpace
- Listado de repositorios de OAISTER
- Listado de Repositorios del buscador ScientificCommons
- Listado de repositorios de ARC
- El registro de proveedores de datos OAI-PMH de la University of Illinois

### Repositorios digitales en Norte América

En los últimos años se han realizado proyectos globales basados en la digitalización de contenidos tanto académicos como científicos en distintos formatos, para su preservación, almacenamiento y difusión en sistemas de información. Estas iniciativas provienen de sistemas de gestión de contenidos, de propuestas de desarrollo de software basados en la recuperación de información en la red.

Por ejemplo, la Biblioteca Digital Mundial (BDM) con sede en Washington, DC., cuenta con aproximadamente 15004 artículos de 193 países. La BDM, "pone a disposición en Internet, de manera gratuita y en formato multilingüe, importantes materiales fundamentales de culturas de todo el mundo." (DBM, 2016).

### Repositorios digitales en Europa

The European Library, "es una biblioteca digital que alberga el contenido de 48 bibliotecas europeas. Materiales diversos como libros, posters, mapas, sonidos, videos disponibles en 35 idiomas diferentes para

abrir el universo del conocimiento, la información y las culturas de los diferentes estados de la Unión Europea. Esta biblioteca es el embrión de la biblioteca digital europea: Europeana. Esta iniciativa de la Comisión Europea abarca no sólo las bibliotecas sino también a museos, archivos y otros titulares del patrimonio cultural material.” (Universia, 2015).

Es una organización sin fines de lucro. Tiene como misión ser el centro de datos de acceso abierto para bibliotecas de Europa. El proyecto tiene como base disponer de una infraestructura basada en la nube que permitirá de forma sencilla, la mejora y el almacenamiento de contenidos y datos a través de la red europea.

### **Políticas de Acceso abierto**

Muchos países e instituciones que han adoptado la iniciativa del acceso abierto están implementando medidas que contribuyan a la diseminación del conocimiento, eliminar obstáculos que impiden su acceso a materiales elaborados con recursos públicos y crear lineamientos que permitan su desarrollo.

Swan (2013) menciona:

“El desarrollo de una política es de crucial importancia para el progreso del acceso abierto, y contar con un proceso estructurado es la mejor manera de asegurar el impacto de una buena política.”

En total hay 796 políticas de Acceso Abierto que están en vigor las cuales se distribuyen de la siguiente manera:

**Tabla 2.** Distribución de políticas de Acceso Abierto

Financistas de investigaciones		81
Organizaciones de investigación		54
Múltiples organizaciones que se realizan investigación		9
Instituciones de educación superior		581
Facultades o centros de investigación		71
	Total	796

**Fuente:** Elaboración propia a partir de datos del ROARMAP 2016

### **Metodología utilizada**

Cuando se realiza un proyecto de investigación se debe tener claro que tipo de investigación es la que se va a realizar, para lo cual resulta conveniente tener un conocimiento detallado de los posibles tipos de investigación que existen con la finalidad de evitar equivocaciones al seleccionar un método para el logro de algún objetivo.

Tamayo (1999), menciona tres tipos de investigación

1. Histórica, describe lo que era.
2. Descriptiva, explica lo que es.
3. Experimental, describe lo que será.

La investigación descriptiva busca únicamente describir situaciones o acontecimientos; básicamente no está interesado en comprobar explicaciones, ni en probar determinadas hipótesis, ni en hacer predicciones.

La investigación cualitativa por su enfoque metodológico y su fundamentación epistemológica tiende a ser de orden explicativo, se caracteriza por su diseño flexible para enfrentar la realidad y las poblaciones objeto de estudio en cualquiera de sus alternativas.

El presente proyecto de investigación es de tipo documental cualitativo en el cual se realiza una investigación del tipo descriptivo – exploratorio con la finalidad de develar todo lo que hasta ahora otras Universidades tanto nacionales como extranjeras han logrado mediante la implementación de los repositorios institucionales y cuál ha sido los beneficios de contribuir con la iniciativa del acceso abierto.

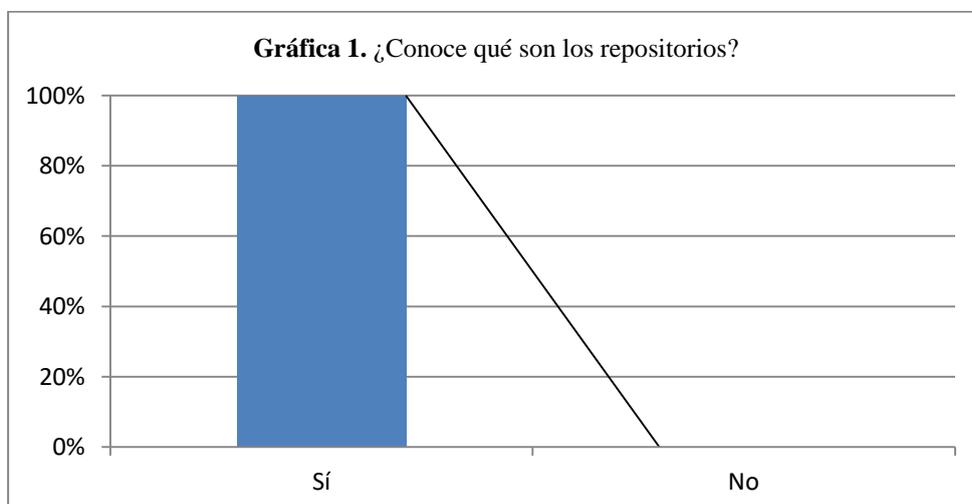
La presente investigación tendrá el diseño bibliográfico en donde se hará una revisión bibliográfica de datos referentes al Open Access y Repositorios Institucionales. Además de la revisión de datos e informes estadísticos que algunos portales web realizan sobre las actividades de los centros e instituciones de educación superior realizan.

Respecto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos requeridos en función de los objetivos de la investigación, se utilizaron: la entrevista, la encuesta, la observación directa y fuentes bibliográficas.

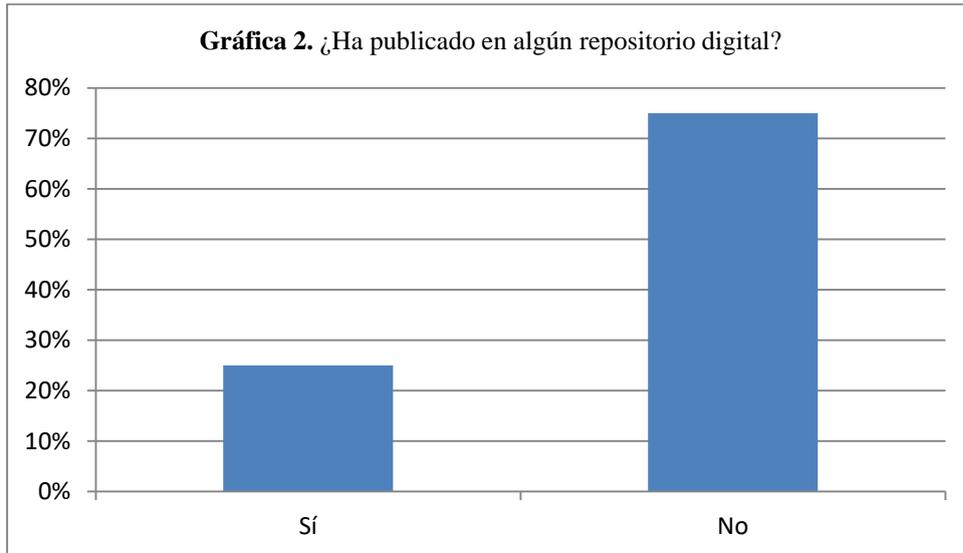
El formato del cuestionario aplicado (ANEXO I), consta de 14 preguntas medulares que permitirán conocer aspectos generales sobre la utilización de los repositorios por parte de docentes, investigadores, y directivos que se encuentren realizando actividades relacionadas con la difusión del conocimiento.

La aplicación del cuestionario se realizó a un grupo selecto de participantes mediante el muestreo no probabilístico por conveniencia.

## Resultados experimentales

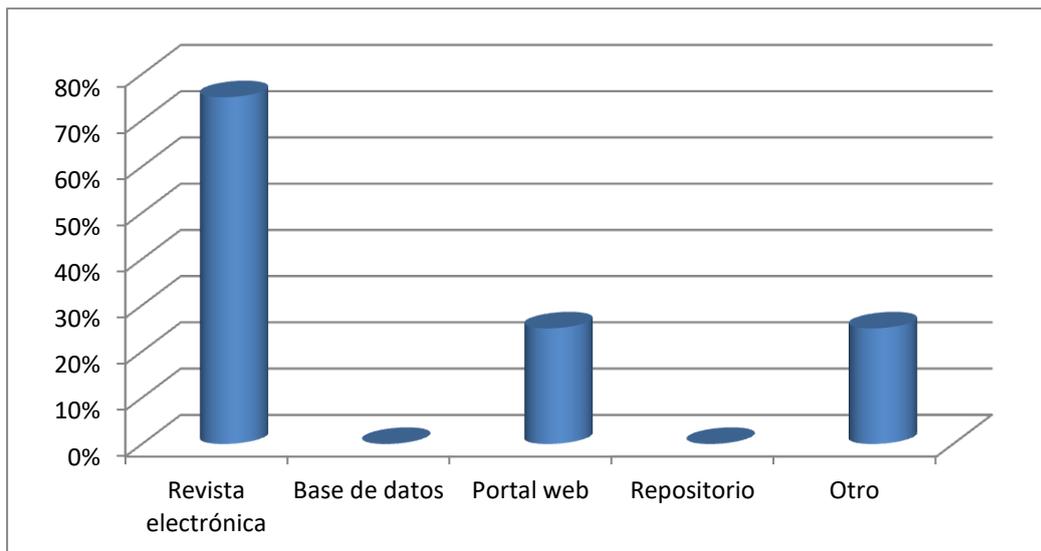


En la gráfica 1 se puede observar que el 100% de los encuestados indicaron que sí conocen lo que son los repositorios y, por lo tanto, esto permitiría avanzar en la implementación de este recurso porque no es algo nuevo, sino una herramienta que la Universidad Autónoma de Chiapas aún no cuenta.

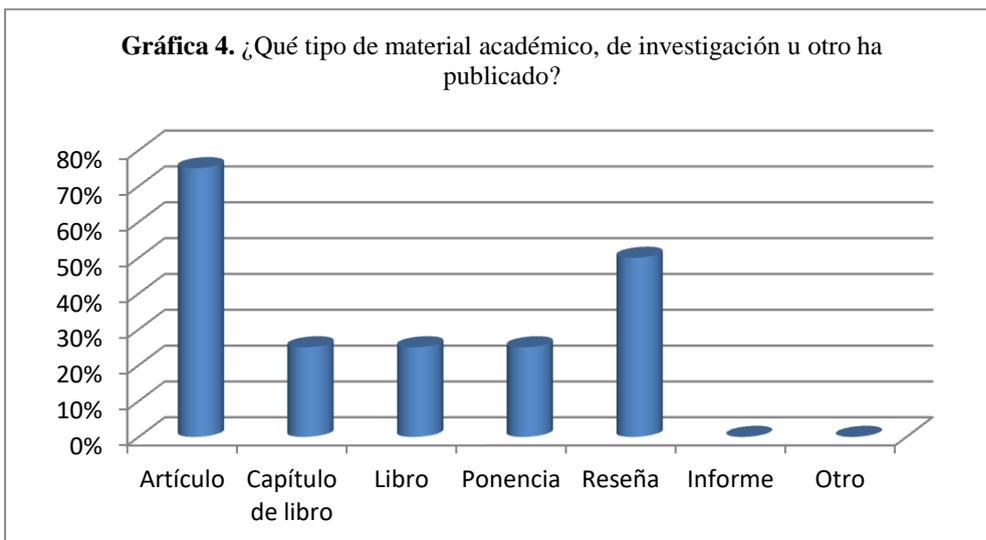


En la gráfica 2, vemos que tan sólo el 25% de los encuestados ha publicado materiales académico - científico en algún repositorio y el 75% aún no lo hace.

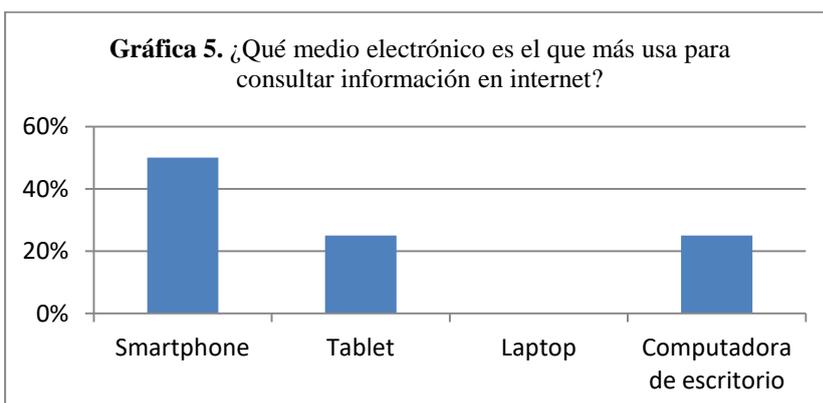
**Gráfica 3. ¿En dónde ha publicado?**



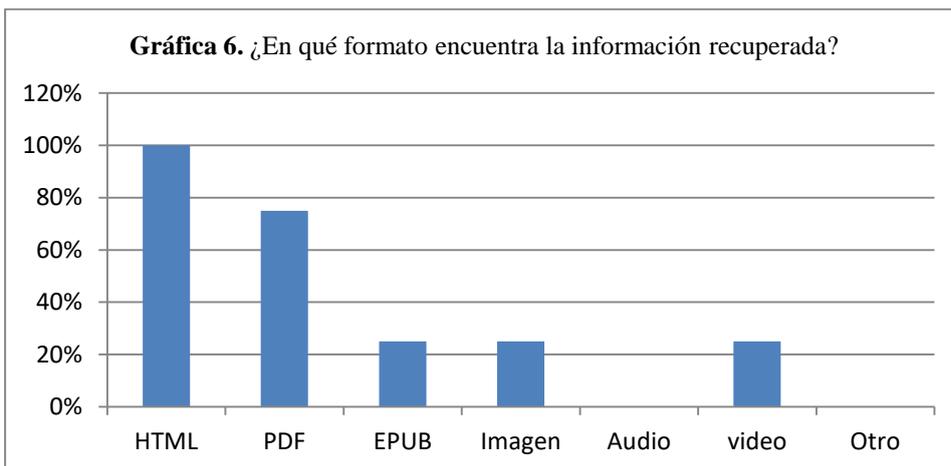
En la gráfica 3, se puede observar que el 75% de las publicaciones pertenecen a revistas electrónicas, seguido por portales web en un 25%. Cabe mencionar que las bases de datos o repositorios aún no son un medio por el cual los académicos o investigadores se inclinan a emplear como medio de difusión para aumentar la visibilidad de sus materiales. Pero el 25% de los encuestados también señalaron que han realizado publicaciones en otros medios de difusión.



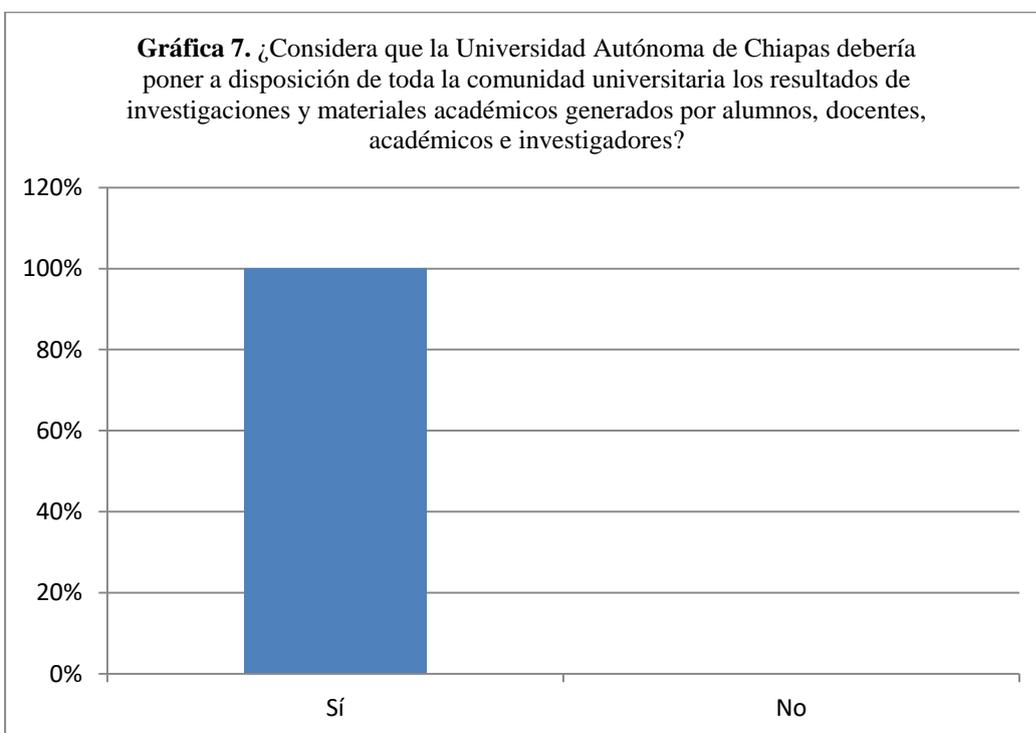
En la gráfica 4 se visualiza los diferentes materiales que los encuestados publican en instituciones públicas, privadas, nacionales y extranjeras, de las cuales los artículos han sido el tipo de material publicable preferido por autores de contenidos académicos – científicos obteniendo un 75%, seguido de reseñas de libros en un 50%, y el libro, capítulo de libro o ponencia solo el 25% de los encuestados dijo haberlo hecho. En cuanto a informes u otros materiales en el presente estudio no se obtuvieron datos, permaneciendo en 0%.



En la gráfica 5 se puede observar que el medio electrónico más usado para consultar información en internet es el Smartphone o “teléfono inteligente” siendo usado por el 75% de los encuestados. El 25% respondió que para hacer consultas de información en la red prefieren utilizar una Tablet o la computadora de escritorio. Respecto a las computadoras portátiles o Laptop se obtuvo un 0%.



En la gráfica 6 se aprecia que la información recuperada en la red es presentada en su mayoría en formato HTML, y PDF. En cuanto a Imágenes, Vídeo y Epub son formatos que apenas sobrepasaron el 20% como resultado de búsqueda por parte de los encuestados, cabe mencionar que el formato epub en los últimos años ha estado incorporando mejoras para los dispositivos y lectores (eReaders ). En cuanto al formato de audio el estudio arrojó que es un formato de salida poco usado.



En el presente estudio se planteó el siguiente cuestionamiento, ¿considera que la Universidad Autónoma de Chiapas debería poner a disposición de toda la comunidad universitaria los resultados de investigaciones y materiales académicos generados por alumnos, docentes, académicos e investigadores?, obteniéndose un 100% de respuesta afirmativa como puede observarse en la gráfica lo cual establece que se deben emplear medidas administrativas y técnicas para que esto sea posible.

## Propuesta

Se propone el uso de estándares, criterios editoriales de publicaciones científicas en acceso abierto, y para el desarrollo del repositorio la incorporación de herramientas desarrolladas por las diferentes plataformas sociales para compartir contenido en la red, además de la implementación de la filosofía del *responsive desing* (diseño responsivo), esto permitirá que la interfaz web sea compatible con la amplia variedad de dispositivos móviles ajustando el contenido a cada resolución de pantalla, permitiendo una interfaz gráfica de calidad y amigable para el lector.

Actualmente existen 769 políticas de Acceso abierto que contribuyen a que la iniciativa del Open Access sea mayor mente adoptada y aceptada por revistas electrónicas y medios de publicación que se encuentran en la red.

Esto permitirá incrementar la difusión de materiales académicos y de investigación generados por la Universidad Autónoma de Chiapas, dará mayor visibilidad a los contenidos, garantizará la preservación de los materiales, además de ser una herramienta que permita medir la producción académica y generar métricas para organismos acreditadores, evaluadores o supervisores de las Instituciones de Educación Superior.

Lo anterior, en aras de difundir el avance del conocimiento en los espacios que ofrecen las nuevas tecnologías de información y comunicación. Permitirá dar continuidad a los trabajos de internacionalización de la universidad, uno de los objetivos del Proyecto Académico 2014 – 2018. Es necesario contar con un repositorio que cubra las características ya mencionadas con la finalidad de contar con materiales organizados, clasificados, con un respaldo y soporte de calidad.

Según datos del ROARMAP (registros de políticas para repositorios) se han creado aproximadamente setecientas políticas nuevas que permiten y garantizan la interoperabilidad entre centros de investigación y universidades en todo el mundo.

El repositorio permitirá unir esfuerzos y contribuir con las iniciativas del acceso abierto, cumplir con las recomendaciones de las declaraciones de Budapest, Bethesda, Berlín y Alahambra. En donde se menciona de la inminente necesidad de contar con un flujo de información constante, de calidad, actualizado y que se encuentre al alcance del público en general a través del internet.

Por lo tanto, es necesario que la Universidad Autónoma de Chiapas cuente con un repositorio digital institucional donde se deposite, preserve, clasifique, organice y difunda materiales académicos y científicos de calidad producidos por estudiantes, docentes e investigadores de la universidad, así como cualquier otro miembro de la comunidad universitaria siempre que se cumplan los criterios de calidad establecidos por organismos internacionales para la publicación editorial digital.

## Conclusiones

Un repositorio es básicamente una base de datos que no aporta sólo información referencial, sino que almacena objetos digitales que pueden ser de diversa naturaleza (texto, imagen, audio o video) y en una gran diversidad de formatos (html, pdf, epub, mp3, mp4, etc.). En el repositorio cada recurso u objeto digital está identificado y caracterizado por un conjunto de metadatos estandarizados; tales metadatos proporcionan información descriptiva (autor, título, año), de administración del recurso (creación del recurso, derechos, control de acceso), y de preservación (tipo de formato, peso, versión.), y tales especificaciones permiten la recuperación de cada recurso en particular a través del internet (Bongiovani, 2010; Abadal, 2012, Bustos & Fernández, 2009). La capacidad de compartir datos y de posibilitar el intercambio entre distintos sistemas (interoperabilidad), permite crear una Red de bases de datos; tal es el objetivo de la convocatoria emitida por CONACYT en 2015 sobre Repositorios, que permite a las instituciones que hagan investigación puedan contar con un repositorio para después formar parte del Repositorio Nacional.

Los Repositorios institucionales son aquellos que pertenecen, almacenan, comparten y recuperan información proveniente de institutos, universidades y centros de investigación (Lynch, 2003). Los repositorios digitales están siendo utilizados como una buena herramienta para la gestión y la preservación de los recursos producidos por las comunidades académicas y de investigación de las Instituciones de Educación Superior, y se han permeado rápidamente en este ámbito, desplazando en cierta medida el papel que las bibliotecas digitales juegan en la gestión de materiales académicos y de investigación.

La creación de un repositorio requiere del esfuerzo conjunto entre grupos de diversas especialidades, ya que se requiere organizar los contenidos, políticas de operación y tecnologías a utilizar en repositorios multidisciplinares que como menciona Redalyc & UAMex (2013), estos repositorios son generados particularmente por universidades, institutos y centros.

Deseablemente debe ser una directiva institucional la que rija la implantación de un proyecto de ésta índole, especialmente en organizaciones de gran escala en donde las problemáticas son mayores y en las que las actividades de estandarización requieren de la normalización de prácticas y de tecnologías de grupos heterogéneos.

Siendo por decreto de Ley, que cada centro o institución de educación superior implemente su repositorio para después formar parte del Repositorio Nacional, es indispensable acatar este decreto y coordinar esfuerzos para la puesta en marcha del Proyecto realizado por el Sistema Bibliotecario de la Universidad Autónoma de Chiapas y sometida a concurso por convocatoria del CONACYT.

## Referencias

- [1] Abadal, E. (2012). *Acceso Abierto a la Ciencia*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- [2] Bello, R. (2009). *Curso/Taller. Módulo 3: Evaluación de impacto*. Recuperado de [http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/IMPACTO\\_RBBCPROY.pdf](http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/IMPACTO_RBBCPROY.pdf)
- [3] Biblioteca Digital Mundial. (2016). <https://www.wdl.org/es/>
- [4] Bongiovani, P. C. (2010). *Repositorios Digitales: Herramientas para brindar acceso*. Recuperado de <https://www.bn.gov.ar/resources/conferences/pdfs/8-bongiovani.pdf>
- [5] Bustos, A. & Fernández, P. (2009). *Directrices para la creación de repositorios institucionales en universidades y organizaciones de educación superior*. Recuperado de [http://eprints.rclis.org/13512/1/Directrices\\_RI\\_Espa\\_ol.pdf](http://eprints.rclis.org/13512/1/Directrices_RI_Espa_ol.pdf)
- [6] Cetto, M. (2015). *Revista Digital Espacio imasd*. (UNACH, Ed.) Recuperado de [http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/Las\\_revistas\\_cientificas\\_en\\_America\\_Latina\\_y\\_el\\_Acceso\\_Abierto.php](http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num7/Las_revistas_cientificas_en_America_Latina_y_el_Acceso_Abierto.php)
- [7] Garriga, E. (2013). *Impacto Social: Un modelo en base a capacidades*. Departamento de Política de Empresa de EADA Business School. Foro Español de Inversión socialmente Responsable. Recuperado de [http://www.spainsif.es/sites/default/files/upload/publicaciones/Estudio\\_Seres\\_Eada\\_Fundaci%C3%B3nManpowerGroup.pdf](http://www.spainsif.es/sites/default/files/upload/publicaciones/Estudio_Seres_Eada_Fundaci%C3%B3nManpowerGroup.pdf)
- [8] Baca, M. (1999). *Introducción a los Metadatos vías a la información digital*. Estados Unidos de América: J. Paul Getty Trust.
- [9] Melero, R. (2008). El paisaje de los repositorios institucionales Open Access en España. *Textos universitarios de biblioteconomía i documentación*, 1(20). Recuperado de <http://bid.ub.edu/20meler4.htm>.
- [10] Redalyc, U. (2013). Repositorios institucionales.
- [11] Registry of Open Access Repository Mandates and Policies. (2016). Policies Adopted by Quarter Recuperado de <http://roarmap.eprints.org/>
- [12] Swan A. (2013). Directrices para Políticas de Desarrollo y Promoción del Acceso Abierto. UNESCO. Recuperado de [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/publications/policy\\_guidelines\\_oa\\_sp\\_reduced.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/publications/policy_guidelines_oa_sp_reduced.pdf)
- [13] Tamayo, M. (1999). *Serie Aprender a Investigar. Módulo 2. La investigación*. Bogotá: ARFO Editores LTDA. Recuperado de <http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/mod2investigacion.pdf>
- [14] Universia España. (2015). <http://www.universia.es>
- [15] Vanclay, Esteves, Aucamp, & Franks, D. (2015). *Evaluación de Impacto Social: Lineamientos para la evaluación y gestión de impactos sociales de proyectos*. Asociación Internacional para la Evaluación de Impactos (IAIA). Recuperado de <https://www.iaia.org/uploads/pdf/Evaluacion-Impacto-Social-Lineamientos.pdf>
- [16] Vanclay, F. (2003). International Principles for Social Impact Assessment. *Impact Assessment & Project Appraisal* 21(1), 5-11.
- [17] Zambrano, F. (2009). Las TICS en nuestro ámbito social. Revista digital universitaria. *Revista Universidad Autónoma de México*, 10(11). Ciudad de México. Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.10/num11/art79/int79.htm>

## ANEXO I



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

Facultad de Contaduría y Administración, C-I.

Análisis del Impacto Social de un Repositorio Digital Institucional para la UNACH



### Cuestionario

**Objetivo:** Conocer las fuentes de información académicas y medios de difusión utilizados por docentes, investigadores y directivos de Instituciones de Educación Superior.

**Instrucciones:** Por favor, responda a las siguientes preguntas.

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo o Puesto: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Conoce qué son los repositorios digitales?

Sí  No

En caso de contestar afirmativamente, explique brevemente qué es un repositorio digital

2. ¿Ha publicado en algún repositorio digital?

Sí  No

En caso de responder afirmativamente, ¿a qué institución, universidad, centro de investigación, etc., pertenece el repositorio?

3. ¿Ha realizado algún tipo de publicación académica o de investigación dentro o fuera de la universidad, centro o instituto al que pertenece?

Sí  No

En caso de responder afirmativamente, responda las siguientes preguntas:

¿En dónde ha publicado?

Revista electrónica  Base de datos  Portal Web

Repositorio  Otro

¿Qué tipo de material académico, de investigación u otro ha publicado?

Artículo  Capítulo de libro  Libro  Ponencia

Reseña  Informe  Otro

¿Publica en acceso abierto?

Sí  No

- En caso de contestar afirmativamente, mencione el nombre del Centro, Institución o Universidad

11. ¿Sabía usted que la Universidad Autónoma de Chiapas está desarrollando un Repositorio Institucional?

Sí  No

12. ¿Publicaría y/o depositaría materiales (académico, investigación, etc.) en el repositorio de la Universidad Autónoma de Chiapas?

Sí  No

¿Por qué?

13. ¿Considera que un repositorio digital mejoraría la calidad institucional y producción de materiales académicos y de investigación?

Sí  No

14. ¿Considera que el repositorio digital institucional contribuirá a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes al proporcionarles una fuente de información de contenidos y de investigación previamente evaluados y dictaminados?

Sí  No

# LavanderiApp: aplicación desarrollada con procesos centrados en el usuario y métodos ágiles de programación

Nancy Aguas García<sup>1</sup>, Amilcar Fernando Ordoñez Burgos<sup>2</sup>, César Acosta Pérez<sup>3</sup>

Universidad del Caribe-Lote1, Mz. 1, Cancún, Q. Roo, México, 77528. Tel. 998814400. <sup>1</sup>naguas@ucaribe.edu.mx, <sup>2</sup>120300061@ucaribe.edu.mx, <sup>3</sup>120300064@ucaribe.edu.mx

**Resumen.** Proporcionar acceso a servicios de lavandería bajo demanda a particulares es una necesidad en Cancún. Con base en un modelo de negocio, se implementó la aplicación LavanderiApp que se complementa con una plataforma web para la gestión de contenido y control de información. El desarrollo del software se realizó utilizando Programación Extrema y herramientas de *Design Thinking* como mapa de empatía y mapa de experiencia del cliente. Se realizaron pruebas en cada una de las 8 iteraciones del software, entre ellas pruebas de usabilidad para determinar si la experiencia de usuario era intuitiva, pruebas de tiempos de respuesta promedio de las peticiones de información al sistema mediante el uso de las herramientas *Locust* y *Testable*, y pruebas de rendimiento de la aplicación. Los resultados confirman que si bien hay áreas de mejora, se cuenta con un prototipo funcional que da respuesta a la necesidad planteada inicialmente.

**Palabras clave:** app, design thinking, lavandería, programación extrema, pruebas

**Abstract.** Providing access to on-demand laundry services to individuals is a necessity in Cancun, so, based on a business model, an application called LavanderiApp was implemented and complemented by a web platform for content management and information control. The software was developed using Extreme Programming and Design Thinking tools such as empathy map and customer experience map. Tests were conducted on each of the eight iterations of the software, including usability tests to determine whether the user experience was intuitive, tests of average response times to requests for information from the system using the *Locust* and *Testable* tools, and application performance tests. The results confirm that although there are areas for improvement, there is a functional prototype that meets the initial need.

**Keywords:** app, design thinking, laundry, extreme programming, testing

## 1 Introducción

De acuerdo con el reporte anual de turismo 2017 emitido por la SEDETUR [1], a Cancún arribaron vía aérea un total de 23,601,509 pasajeros, de los cuales 19,681,219 fueron internacionales. La afluencia de turistas requiere una gran fuerza laboral que cubra esta demanda. Los cancanenses trabajan en promedio 11 horas diarias, las prolongadas jornadas laborales y el acumulamiento de quehaceres en el hogar hacen que prefieran invertir dinero en servicios de lavandería por comodidad, costo y tiempo. Esta demanda ha ocasionado la creación de nuevos negocios y, pese al incremento de los insumos y el difícil entorno económico, la Cámara Nacional de la Industria de Lavanderías prevé duplicar el valor de su mercado [2].

En las lavanderías la tecnología es escasa y se carece de innovación en los procesos e infraestructura tecnológica, la oferta actual del servicio de lavandería no da un valor agregado al consumidor final lo cual hace que la fidelidad sea por el servicio regularmente “bueno” y no por el mejor servicio [3].

En un estudio realizado por un estudiante de la maestría en Negocios Electrónicos de la Universidad del Caribe [4] se determinaron los problemas que comúnmente afectan a los usuarios de lavanderías en Cancún, esto son: no se cumple con los tiempos de entrega, las lavanderías no cuentan con horarios cómodos, no proporcionan servicios de recolección y entrega de prendas a domicilio, no tienen procesos estandarizados y la calidad del servicio es variable. Este estudio, derivó en el desarrollo de un modelo de negocio electrónico de lavanderías y en la implementación de una aplicación para la solicitud, recolección y seguimiento a servicios de lavandería, tintorería y planchado pensada para los trabajadores del rubro turístico y de servicios que requieren los servicios de una lavandería.

Este artículo presenta el proceso de diseño e implementación de una aplicación para dispositivos móviles con sistema operativo Android denominada LavanderiApp que se desarrolló utilizando herramientas de *design thinking* y programación extrema.

## 2 Estado del Arte

La economía bajo demanda permite a los individuos colaborar, explotar y compartir bienes y servicios infrautilizados, compañías como *Uber*, *Airbnb*, *Cabify* y *Clintu* son ejemplos de este tipo de economía en la cual usuarios ponen a disposición de otros usuarios sus bienes o servicios a cambio de una remuneración previamente establecida.

En términos de servicios de lavandería, son pocos los servicios bajo demanda que existen en México, a continuación se citan algunos de estos.

### 2.1 Lavadero

Lavadero [5] es una plataforma que ofrece servicios de lavado, secado y doblado de la ropa, incluyendo la entrega. El precio por kilo de ropa es de \$30 y el pedido mínimo es de \$120, ya sean 4 kilos de ropa para lavar, o bien la suma de montos de lavandería, tintorería y planchado para tener un total de \$120 o mayor. La empresa solo cuenta con servicio en las delegaciones Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Benito Juárez de la Ciudad de México y el horario de servicio es de 8 am a 10 pm.

A través de una página de internet se debe indicar la fecha, hora y dirección de recolección de la ropa sucia, un ciclista de Lavadero pasa por la ropa y posteriormente se envía un correo con el total a pagar, mismo que puede realizarse con tarjeta de crédito, débito o con PayPal, 24 horas después se entrega la ropa lavada y doblada.

### 2.2 Mr Jeff

Se trata de una aplicación de tintorería y lavandería online a domicilio. El cliente, desde su celular indica cuándo y dónde quiere que le recojan el pedido, uno de los "Jeffs" [6] pasa por la ropa, misma que es llevada a uno de los puntos más cercanos, y en un plazo máximo de 48 horas se entrega la ropa planchada y doblada. Los precios responden a las necesidades de los diferentes tipos de público. El pago se puede realizar con tarjeta o bien en efectivo al momento de la entrega, además cuenta con suscripciones a un precio fijo mensual por volumen de ropa.

Actualmente cuenta con solo ocho sucursales en la Ciudad de México: Santa Fe, Insurgentes, San Jerónimo, Roma-Cuauhtémoc, Padierna, Tlalpan, México Nuevo y Anahuac.

### 2.3 Otras lavanderías

En Cancún, múltiples lavanderías proporcionan servicio a domicilio siendo sus principales clientes hoteles y restaurantes que requieren el servicio de lavado para grandes volúmenes de prendas y blancos. Solo algunas de las empresas que dan servicio a particulares cuentan con redes sociales o contacto por medio de WhatsApp, el resto maneja únicamente contacto vía telefónica o personal.

Las aplicaciones de mensajería cuentan con tecnologías que ofrecen una solución parcial pues tienen la posibilidad de intercambio de mensajes así como de geolocalización que el cliente pueda compartir su ubicación actual, pero no permite centralizar las solicitudes para su visualización, administración y seguimiento.

### 3 Metodología

Para la implementación del proyecto se utilizaron dos metodologías, una de diseño centrado en el usuario utilizando herramientas de *Design Thinking* y otra de desarrollo de software utilizando programación extrema.

#### 3.1 Diseño Centrado en el Usuario

El Diseño Centrado en el Usuario es una filosofía de diseño que tiene por objeto la creación de productos que resuelvan necesidades concretas de sus usuarios finales, consiguiendo la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo esfuerzo de su parte [7]. Entender lo que los clientes quieren de los productos o servicios adecuándolos a sus necesidades es realizar un diseño centrado en el usuario, para ello *Design Thinking* ofrece herramientas aplicables a cualquier tipo de negocio, estas son:

Mapa de empatía [8], que permite comprender a nuestro cliente a través de un conocimiento profundo de su entorno, su visión del mundo, deseos y necesidades en torno a las variables: ¿qué ve: cuál es su entorno y cómo es; que amistades posee; qué propuestas le ofrece ya el mercado?, ¿qué dice y hace: cuál es su actitud en público, qué aspecto tiene, cómo se comporta.?, ¿qué oye: qué dicen sus amistades, su familia, su personal, jefes, las personas influyentes de su entorno?, ¿qué piensa y siente: qué es lo que realmente le importa; cuáles son sus principales preocupaciones, inquietudes, etc.?, ¿cuáles son los esfuerzos que realiza: a qué le tiene miedo; cuáles son las barreras y obstáculos que se encuentra para obtener lo que desea?, y ¿cuáles son los resultados, los beneficios que espera obtener: cuáles son sus necesidades o deseos reales?.

Mapa de experiencia del cliente [9] es una herramienta que permite plasmar en un mapa cada una de las etapas, interacciones, canales y elementos por los que atraviesa un cliente durante todo el ciclo de compra. No existe una única forma de hacer un *customer journey map*, sin embargo, si existen ciertos pasos en común para su creación como identificar al cliente, comprender las fases de la relación, identificar sus motivaciones y dudas, mapear los puntos de contacto y evaluar los momentos clave y sus métricas.

#### 3.1 Desarrollo de software

Programación extrema (XP) [10], es un método ágil de desarrollo de software que se ajusta a una serie de reglas centradas en las necesidades del cliente para lograr un producto de buena calidad en poco tiempo y en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito del desarrollo de software. Las fases de XP son: planificación, diseño, codificación y prueba.

En la planificación se realiza un diálogo continuo entre las partes involucradas en el proyecto, incluyendo al cliente, a los programadores y a los coordinadores o gerentes. Las historias de usuario son la técnica utilizada en XP para especificar los requisitos del software. Se trata de tarjetas de papel en las cuales el cliente describe brevemente las características que el sistema debe poseer, sean requisitos funcionales o no funcionales.

XP hace especial énfasis en los diseños simples y claros, en nunca adelantar la implementación de funciones que no correspondan a la iteración en la que se está trabajando, en generar soluciones *spike* que consisten en realizar pequeños programas únicamente para probar o evaluar una solución cuando se presentan problemas técnicos o no se sabe con certeza cuánto tiempo tomará el implementar una historia de usuario, en la recodificación que consiste en reescribir una parte del código sin cambiar su funcionalidad con la finalidad de hacerlo más simple, conciso y entendible, en las metáforas que son guía para la nomenclatura de los métodos y las clases utilizadas en el diseño del código y disponibilidad del cliente.

XP propone el desarrollo en pares de programadores, ambos trabajando juntos en una misma computadora. Al trabajar en pares se minimizan los errores y se logran mejores diseños, compensando la inversión en horas.

Las pruebas que deben realizarse son las pruebas unitarias, de detección y corrección de errores, pruebas de aceptación y pruebas de usabilidad.

## 4 Resultados

Para LavanderiApp se realizaron ocho iteraciones en un tiempo de 5 meses, con un equipo de 3 personas. Las funcionalidades implementadas son:

- Solicitud de recolección y entrega de prendas a domicilio.
- Geolocalización para determinar la ubicación de recolección.
- Almacenamiento de lugares favoritos para entrega del pedido.
- Pago a través de la plataforma (*PayPal*).
- Envío del pedido a la lavandería más cercana a su ubicación.
- Seguimiento del estado de tu pedido.
- Notificaciones a través de la aplicación.
- Visualización del historial de pedidos y pagos.

El inicio del proyecto, fase de planificación, estuvo definido por una serie de reuniones con el *Product Owner*, donde se determinaron las distintas acciones que los usuarios pueden desempeñar utilizando la aplicación y se documentaron mediante historias de usuario. En total se documentaron 21 historias, un ejemplo de ellas es:

Historia de Usuario	
Número: 1	Usuario: Cliente
Nombre de historia: Crear cuenta	
Prioridad en negocio: Alta	Riesgo en desarrollo: Baja
Iteración asignada: 1	
<p>La historia de usuario inicia cuando el cliente accede al servicio de login de la aplicación. Al no tener una cuenta activa debe realizar el proceso de registro; para ello tendrá la opción de realizar su registro a través de su cuenta de correo electrónico o utilizando su cuenta de Facebook. El cliente accede al servicio de login del sistema. En la pantalla de inicio del sistema el cliente verá dos enlaces que le permitirán realizar el registro, uno será a través de su cuenta de correo electrónico; al utilizar el correo se validará que la dirección ingresada cumpla con los requisitos de una dirección de correo electrónico así como la condición de que no debe haberse registrado previamente con la misma dirección. Como segunda opción el cliente podrá realizar su registro utilizando su cuenta de Facebook utilizando los servicios de la API de Facebook. Sin importar la opción que el cliente elija se le pedirá que ingrese una contraseña así como que confirme la misma para que posteriormente pueda ingresar nuevamente al sistema. Una vez finalizado el proceso de registro de cuenta y si el proceso fue exitoso entonces el sistema desplegará en pantalla un aviso indicando que el registro ha terminado y el sistema continuará a la sección principal (home).</p> <p>Flujo Alternativo: Existe la posibilidad de que el cliente ingrese una cuenta de correo no válida, motivo por el cual se desplegará un aviso en el formulario de registro indicando que la cuenta no es válida y que debe verificarla. En caso de iniciar sesión con su cuenta de Facebook cualquier mensaje de error será desplegado dependiendo de la respuesta de la API Facebook.</p> <p>Observaciones: El cliente deberá contar con una cuenta de correo electrónico o con una cuenta de Facebook para poder realizar su registro en el sistema. Una vez realizado el registro se creará una nueva cuenta en la base de datos permitiendo al cliente ingresar al sistema y poder acceder a las secciones relacionadas a su rol.</p>	

**Fig. 1.** Historia de usuario crear cuenta

En la primera iteración de la etapa de diseño se elaboraron el mapa de empatía y el mapa de experiencia del cliente, que permitieron identificar las características del cliente y ajustar el diseño de la aplicación para atender sus necesidades e intereses. Para elaborarlos se entrevistó a trabajadores del rubro turístico y de servicios que requieren los servicios de una lavandería, en las figuras 2 y 3 se observan los resultados.

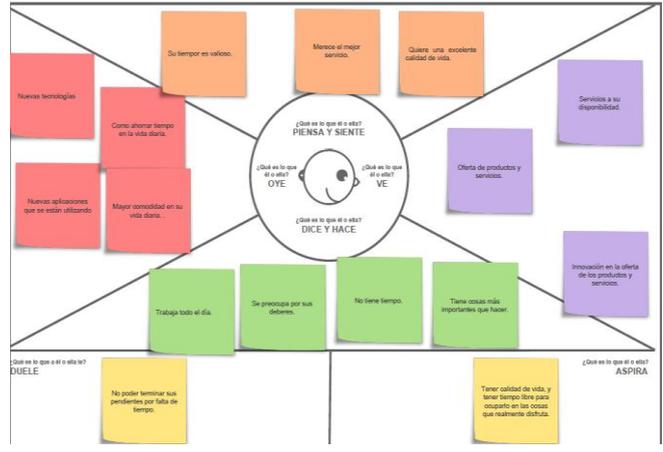


Fig. 2. Mapa de empatía de LavanderiApp

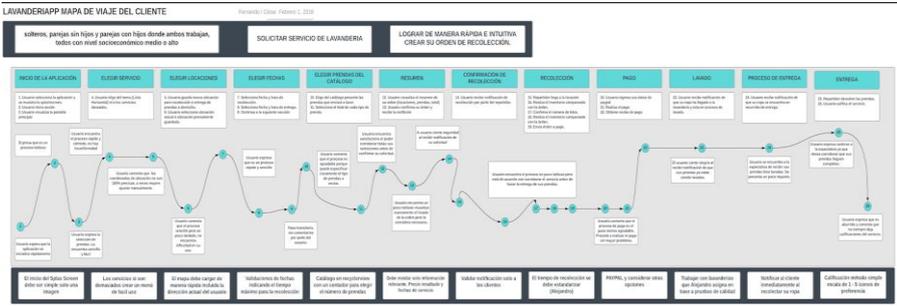


Fig. 3. Mapa de experiencia del cliente de LavanderiApp

LavanderiApp requiere comunicación continua entre cliente, el cuál puede ser un teléfono inteligente, tableta o computadora, y la API, alojada en un servidor privado en la nube. El intercambio de información en tiempo real entre servidor y cliente se realiza por medio del protocolo HTTP y WebSockets, cada petición emitida del cliente al servidor debe contener un *token* con las credenciales de usuario que serán utilizadas para determinar si cumple o no con las políticas de acceso. Las peticiones que cumplan con las políticas tendrán acceso a los controladores lo cuáles permitirán la ejecución de distintas acciones en función del tipo de usuario que haya iniciado sesión en un momento dado, lo que a su vez permitirá extraer información de la base de datos para ser presentada al usuario final. La figura 4 permite visualizar el diseño del procedimiento anteriormente descrito.

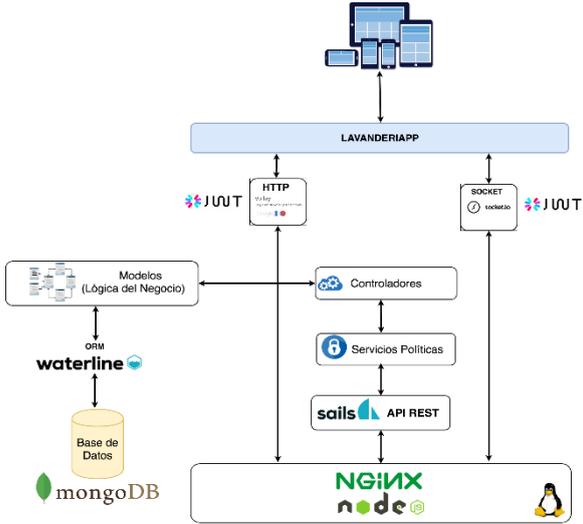
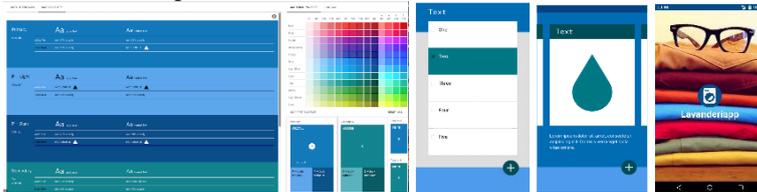


Fig.4. Diseño final de API LavanderiApp

Tomando como referencia las historias de usuario y las reuniones con el *Product Owner*, se estableció la paleta de colores a utilizar para las interfaces de la aplicación y se prototiparon las interfaces con las que interactúa el usuario para llevar a cabo las diferentes funciones.



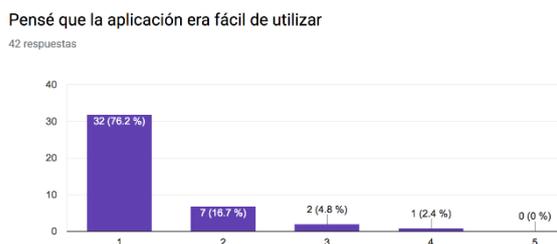
**Fig. 5.** Diseño de interfaces de usuario

Posteriormente, y a través de varias iteraciones, se implementaron las funcionalidades utilizando *Android Studio IDE*, *PayPal API*, *Google Services API*, *Facebook API*, *Node JS*, *Sails JS*, *NGINX*, *Socket IO*, *Mongo DB* y *JWT Token*.

Conforme se codificaba se realizaban las pruebas unitarias, de detección y corrección de errores y pruebas de integración continua. Con cada incremento de software se realizaban pruebas de aceptación.

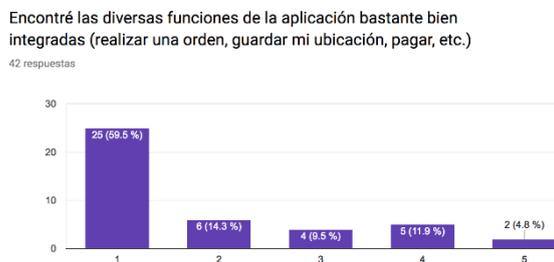
Para obtener información confiable con respecto a la experiencia de usuario se aplicaron pruebas de usabilidad basadas en el método SUS [11] (test fácil de completar y puntuar), que permitieron observar el desempeño del usuario al utilizar la App de servicios de lavandería y con ello determinar si la interfaz es clara para el usuario, si el usuario entiende la funcionalidad de sus componentes, si lo apoya en su tarea, si la interfaz es engorrosa o complicada, si es claro para el usuario cómo utilizar el sistema, si tiene dificultad para aprender a usarlo y si la interfaz cumple con criterios y guías de desarrollo de la interfaz con el usuario.

Las pruebas de usabilidad utilizan la escala de valores del 1 al 5 correspondiente al método SUS, siendo 1 muy de acuerdo y 5 muy en desacuerdo; se encontró que el 92.9% de los usuarios considera fácil el uso de la aplicación



**Fig. 6.** Facilidad en la navegación del usuario

La figura 7 presenta un panorama distinto y marca áreas de oportunidad relacionadas con la forma en la que el usuario transita dentro de la aplicación. Solo el 73.8% de los usuarios consideró que las funciones básicas dentro de la aplicación (realizar una orden, guardar la ubicación, pagar, etc.) se encontraban bien integradas, por lo que será necesario reevaluar en iteraciones posteriores la secuencia lógica de pasos para completar algunas acciones.



**Fig. 7.** Integración de funciones en LavanderiApp

Por último se detectó que únicamente el 9.6% de los usuarios encontraron disimilitud entre las diferentes interfaces que componen la aplicación por lo que se puede concluir que no se presenta confusión entre las acciones que representan los distintos elementos en pantalla.

El análisis del comportamiento de los usuarios se realizó mediante la herramienta *Appsee* [12], la cual permitió medir las acciones del usuario dentro de la aplicación móvil mientras transita por ella. Datos de interés obtenidos del uso de *Appsee* son:

- Tiempo promedio por sesión de 54 segundos.
- Se contó con un total de 59 usuarios activos durante el periodo de pruebas.
- La aplicación fue ejecutada 363 veces durante el periodo de prueba.
- No se presentaron errores derivados del funcionamiento de la aplicación tanto en el cliente como el servidor.

Las pruebas de carga del servidor se realizaron utilizando *Locust* [13], una herramienta que permite realizar scripts en *python* para simular comportamientos de usuario en los cuales pueden especificarse acciones que el usuario final podría realizar durante su interacción con la aplicación y *Testeable* [14] que permiten definir, ejecutar y analizar los resultados de una prueba de carga permitiendo averiguar cuántos usuarios concurrentes puede manejar el servidor. Se simuló una cantidad definida de solicitudes concurrentes a la API a través del protocolo HTTP para determinar el tiempo promedio de respuesta dada cierta cantidad de usuarios. La tabla 1 permite observar los resultados obtenidos de las pruebas elaboradas.

Peticiones HTTP	
# Usuarios	99
# Peticiones	1336
# Fallas	0
Tiempo promedio de respuesta	273 ms
Tiempo máximo de respuesta	1069 ms
# Peticiones/seg	10.74

**Tabla 1.** Totales de pruebas de peticiones http

## 5 Conclusiones

Lavandería es un proyecto que se encuentra en etapa temprana pero que ha integrado diversas funcionalidades en una aplicación que da respuesta a las necesidades de usuarios potenciales de servicios de lavandería bajo demanda. En la ciudad de Cancún no existen empresas que proporcionen ofertas de servicio similares por lo cual se puede generar un producto sin competencia en el mercado.

Derivado de las pruebas de desempeño, usabilidad y carga, se recibieron comentarios de más de 50 personas que consideran que la interfaz de la App es amigable y agradable, que su interacción con la App ha sido satisfactoria y que el tiempo de respuesta es óptimo, con ello se tienen elementos para asegurar una experiencia de usuario satisfactoria.

Las principales áreas de oportunidad son las funciones que aún no se encuentran presentes en el prototipo y mayor fluidez en la operación de la aplicación (optimización del GPU *overdraw*) para cubrir un número mayor de solicitudes de usuarios.

Las iteraciones subsecuentes incluyen la automatización de procesos que en este momento requieren de intervención humana y pueden ser propensos a errores o disminución de la satisfacción del usuario final, así como el rediseño del mapa de experiencia del cliente de forma que la transición entre interfaces resulte más intuitiva al usuario y pueda completar de forma exitosa la solicitud de servicios de recolección.

**Agradecimientos.** Deseamos agradecer a la Universidad del Caribe por el apoyo en asesorías técnicas, el uso de equipos e infraestructura, así como a la empresa *Appsee* que facilitó el uso de sus productos para realizar las pruebas de este proyecto.

## Referencias

- [1] SEDETUR. Reporte Anual de Turismo 2017. [En línea] disponible en: <http://www.groo.gob.mx/sedetur/reporta-caribe-mexicano-crecimiento-de-53-en-numero-de-visitantes-y-24-en-derrama-economica> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [2] M. Ramírez. El sector de lavanderías valdrá 100 mil mdp este año, anticipa Canalava. [En línea] disponible en: <http://www.milenio.com/negocios/sector-lavanderias-valdra-100-mil-mdp-ano-anticipa-canalava> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [3] S. Hidrogo. Optan por lavanderías por comodidad y falta de tiempo [En línea] disponible en: <https://sipse.com/novedades/optan-por-lavanderias-por-comodidad-y-falta-de-tiempo-lavadoras-inversion-quejas-profeco-cancun-217293.htm> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [4] A. Feito, Modelado de Negocios Electrónicos. Maestría en Negocios Electrónicos. Universidad del Caribe. Reporte de Proyecto, 2017.
- [5] Xataka México. Lavadero.mx, o como puedes tener una lavandería online. [En línea] disponible en: <https://www.xataka.com.mx/aplicaciones-web/lavadero-mx-o-como-puedes-tener-una-lavanderia-online> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [6] Mr Jeff. [En línea] disponible en: <https://mrjeffapp.com/mx/> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [7] User Experience Professionals Association. [En línea] disponible en: <http://uxpa.org/> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [8] J. Baena. ¿Qué es el mapa de empatía? [En línea] disponible en: <http://www.dcaboconsultores.com/que-es-el-mapa-de-empatia/> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [9] L. Holliday. Cómo Realizar Tu Primer Mapa de Experiencia del Cliente. [En línea] disponible en: <https://business.tutsplus.com/es/tutorials/customer-journey-map--cms-27014> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [10] T. Dudziak. eXtreme Programming An Overview. [En línea] disponible en: [http://csis.pace.edu/~marchese/CS616/Agile/XP/XP\\_Overview.pdf](http://csis.pace.edu/~marchese/CS616/Agile/XP/XP_Overview.pdf) [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [11] J. Brooke. SUS - A quick and dirty usability scale. [En línea] disponible en: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/resources/templates/system-usability-scale-sus.html> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [12] Appsee. [En línea] disponible en: <https://www.appsee.com/> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [13] Locust. [En línea] disponible en: <https://docs.locust.io/en/stable/what-is-locust.html> [Último acceso: 22 de junio de 2018].
- [14] Testable. [En línea] disponible en: <https://testable.io/documentation/index.html/> [Último acceso: 22 de junio de 2018].

# SMART GYMNASTICS

## “La evolución del entrenamiento”

### Software de análisis de técnicas deportivas.

Marco Antonio Hernández Vargas<sup>1</sup>, Héctor Jesús Macías Figueroa<sup>1</sup>, Mayra López Frausto<sup>1</sup>, Israel Román Loera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Aguascalientes - Av. Adolfo López Mateos No. 1801 Ote. Fracc. Bona Gens, Aguascalientes, Ags., 20256. México.  
marco\_hernandez\_vargas@hotmail.com  
hmacias@mail.ita.mx  
mlofthe3c@gmail.com  
fenixixis@hotmail.com

**Resumen.** Smart Gymnastics es una propuesta de software de aplicación deportiva basada en las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y ciencias afines para el cuidado del cuerpo humano; como son la kinesiología y la biomecánica. Este software, en su primera fase de desarrollo, almacena la práctica deportiva de un atleta mediante la captación y tratamiento de imágenes digitales permitiendo posteriormente valorar la ejecución de sus movimientos y determinar si hay presencia de errores técnicos y movimientos lesivos, para posteriormente elaborar una técnica nueva y más racional. De esta forma y, con el constante entrenamiento, se crearán deportistas sobresalientes en menor tiempo y de un excelente nivel competitivo.

**Palabras Clave:** Software, Movimientos, Deportiva, Entrenamiento.

## 1 Introducción

En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) realiza un estudio llamado MOPRADEF (Módulo de Práctica Deportiva y Ejercicio Físico) el cual describe la práctica deportiva a nivel nacional, del último estudio realizado en noviembre del 2017 destaca que el 42.4% de los encuestados (muestra de 2 336 viviendas) realiza la práctica de algún deporte o ejercicio físico en su tiempo libre. El 59.6% de las personas que practican algún deporte o ejercicio físico lo hacen por salud. La manera en la que los deportistas son entrenados debe ser modificada para incluir las TIC. El objetivo principal de Smart Gymnastics será preservar y mejorar el rendimiento físico del atleta mediante la corrección de movimientos lesivos a través de la captación y análisis de imágenes digitales de sus rutinas deportivas. Con el uso de este software y el constante entrenamiento, los atletas tomarán mejores decisiones en su deporte, reconocerán patrones positivos y/o negativos con mayor facilidad y mejorarán su capacidad y velocidad de reacción evitando así lesiones. Posteriormente se podrán monitorizar a los atletas a través del uso de Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT) y realidad aumentada, así los entrenadores podrán evaluar mejor a sus atletas aumentando su rendimiento de forma exponencial.

## 2 Estado del arte

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades crónicas como la diabetes, hipertensión, cardiopatía y algunas variaciones de cáncer son por la falta de actividad física, esta afecta a un amplio rango de la población desde niños hasta adultos mayores, no discrimina estatus sociales y su tratamiento suele ser muy caro. Para las personas “promedio” es recomendable tener actividad física moderada, esta es la característica que divide a los atletas del resto de la población ya que ellos realizan una actividad física intensa, planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes del cuerpo humano. Aumentar el nivel de actividad física es una necesidad social, no solo individual [1][2].

De lo anterior podemos decir que, para analizar una rutina deportiva que en esencia es actividad física rigurosa, es necesario conocer del funcionamiento del cuerpo humano y las ciencias que lo rigen, apoyados en la aplicación de las ciencias computacionales y la convergencia de la anatomía humana, fisiología, histología, angiología, neurología, la antropometría, la biomecánica, cinética y cinemática del cuerpo humano. La biomecánica una de las ciencias más destacadas en nuestro proyecto estudia los movimientos de la persona en el proceso de realizar ejercicios físicos, esta también considerada una de las principales ramas de la kinesiología; que es el estudio del funcionamiento de músculos y articulaciones [3].

Para el control del entrenamiento, la mejora de la técnica deportiva y del rendimiento hay que tener en cuenta estos cinco pasos sucesivos en el proceso de control y evaluación de la ejecución del movimiento:

1. Diagnóstico de una ejecución, tanto en entrenamiento como en competición.
2. Establecimiento de los objetivos, planificación de entrenamientos y competiciones.
3. Ejecución de entrenamientos y competiciones.
4. Control y análisis del entrenamiento y de las competiciones por medio de la auto-observación y observación objetiva.
5. Evaluación, comparación de objetivos y corrección de errores.

Para que esta tarea pueda llevarse a cabo, es necesario construir un perfil de las demandas del gesto donde se identifiquen las variables de eficacia del movimiento, decisivas para el rendimiento, así como las acciones realizadas por el deportista [4]. El ser humano tiene actividad consciente dirigida a un fin determinado, a la posibilidad de controlar y perfeccionar planificadamente sus movimientos. Por lo anterior, con la convergencia de las ciencias mencionadas y las tecnologías actuales, podemos evaluar la perfección de las acciones motoras; que depende de cuáles son los movimientos que las forman y cómo están estructurados dentro de ellas [3]. Para que el cuerpo humano sea funcional y se mantenga en óptimas condiciones evitando los movimientos cíclicos lesivos, es necesario conocer cuáles son sus capacidades y sus limitaciones a través de los ejes y planos de movimiento. Existen tres planos y tres ejes de movimiento de donde se derivan todas las acciones que realizamos.

a) Planos.

- *Sagital*. Divide el cuerpo en mitad derecha y mitad izquierda.
- *Frontal*. Divide el cuerpo en mitad anterior y mitad posterior.
- *Transversal*. Divide el cuerpo en parte superior e inferior.

b) Ejes.

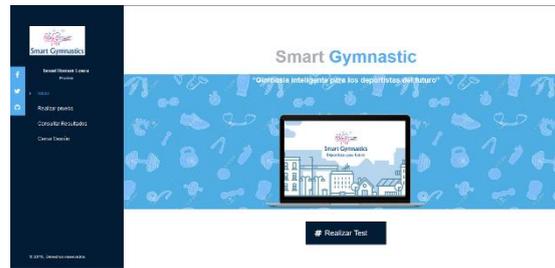
- *Anteroposterior*. Se dirige de delante hacia atrás y es perpendicular al plano frontal.
- *Vertical o longitudinal*. Se dirige de arriba hacia abajo y es perpendicular al plano horizontal.
- *Transversal*. Se dirige de lado a lado y es perpendicular al plano sagital.

El movimiento se produce en un plano y alrededor de un eje. La abducción y la aducción se llevan a cabo en el plano frontal alrededor del eje antero-posterior. La flexión, movimiento por el cual los huesos u otras partes del cuerpo se aproximan entre sí en dirección anteroposterior, paralela al plano sagital, contracción de uno o más músculos flexores y la extensión, opuesto a la flexión, se producen en un plano sagital alrededor de un eje transversal y la rotación se desarrolla en un plano transversal alrededor de un eje vertical. Los movimientos que realiza el ser humano no se realizan únicamente en un plano, sino en varios. Esto se debe a que una serie compleja de movimientos se combina para hacer posible un movimiento que se desarrolla en tres planos alrededor de un eje oblicuo [5]. Establecer un nexo entre las nuevas tecnologías de la información y la biomecánica es clave para poder aprovechar el resultado del análisis.

### 3 Metodología usada

Nuestra propuesta de software consiste en un portal Web que podrá analizar imágenes digitales de rutinas deportivas de alto nivel. El diseño del sistema está basado en la biblioteca multiplataforma o conjunto de herramientas de código abierto para diseño de sitios y aplicaciones Web Bootstrap. Por medio del lenguaje de programación Java Script se accede a la cámara del dispositivo informático registrando la rutina de un atleta en tiempo real a través de una secuencia de fotografías y que posteriormente se comparan con la

misma rutina previamente almacenada y desarrollada por un atleta de mayor categoría. Para poder tener acceso al Smart Gymnastic, el instructor da de alta a sus atletas mediante su correo electrónico y una contraseña personal.



**Fig. 1.** Pantalla principal del software.

Las fotografías son capturadas por la cámara Web del dispositivo informático (PC o dispositivo móvil) captando el movimiento en una ráfaga de varias imágenes que posteriormente se almacenarán en la base de datos.

Al momento de captar cada movimiento, el software descarta el área de entrenamiento de cada una de las fotografías, enfocándose así en la silueta del deportista. La cantidad de fotografías a tomar se determina por el tipo de actividad que se esté realizando. Si el movimiento a analizar es muy rápido, se requerirán de un número mayor de fotografías para poder revisar la secuencia con mayor precisión; en este caso se analizó un ejercicio simple donde la atleta realiza un estiramiento hacia al frente. Una vez seccionadas las imágenes, son guardadas en la base de datos del sistema para posteriormente ser comparadas con imágenes precargadas de su instructor o algún otro atleta de mayor nivel técnico con el objeto de verificar que el movimiento y la secuencia de éste sea la correcta. Al momento de analizar las coincidencias de las fotografías tomadas con las almacenadas previamente en la base de datos, el sistema emitirá un porcentaje de igualación indicando el nivel de exactitud de cada movimiento y el porcentaje total del ejercicio.

Para cada movimiento, las fotografías se subdividen en transversal (superior e inferior) y sagital (derecha e izquierda) y a cada subdivisión se le califica según la coincidencia. Posteriormente, todos los porcentajes se acumulan en una tabla que podrá ser consultada por el entrenador o el atleta; comparando sus resultados y medir su avance o, en dado caso un retroceso detectando el momento de ocurrencia y llevar a cabo la acción correctiva en su práctica deportiva.

#### 4. Pruebas y Resultados

Para las primeras pruebas del software, en su primera etapa de desarrollo, seleccionamos un grupo de personas que dedican gran cantidad de su tiempo a las actividades físicas rigurosas. En la muestra varía la disciplina, el género y el rango de edades donde el criterio de selección de las personas ha sido por tener mínimo un año de práctica deportiva constante. Los atletas sometidos a la prueba del software fueron evaluados durante un mes. Las siguientes tablas muestran los datos recolectados de los casos más sobresalientes.

Sujeto No.	Edad (años)	Peso (Kg.)	Estatura (m.)	A demás del deporte	
				estudia	Trabaja
Sujeto 1	25	63	1.65	X	X
Sujeto 2	8	25	1.27	X	
Sujeto 3	23	67	1.84	X	
Sujeto 4	21	60	1.66	X	
Sujeto 5	54	50	1.56		X
Sujeto 6	23	51	1.54	X	X
Sujeto 7	27	67	1.63		X
Sujeto 8	26	90	1.95		X
Sujeto 9	32	97	1.90		X

**Tabla 1.** Datos generales de los casos de estudio.

Detalles del Deporte									
SujetoNo.	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4	Sujeto 5	Sujeto 6	Sujeto 7	Sujeto 8	Sujeto 9
Deporte	halterofilia	Danza Aérea	taekwondo	Danza Aérea	Danzas diversas	Danza Aérea/poli nesia	halterofilia	halterofilia	Futbol
Años que se ha practicado	4	3	7	6	35	7/ 1año 6 meses	3	8	8
Días por semana	6	4	3	1	2	3/2	5	5	4
Horas por día	2	2	2	3	2.5	2/2	2	2	2
Número de competencias	3		10		200	2			
Deportes anteriores	Basquetbol Hanball Atletismo Lucha libre		Futbol			Danzas diversas		Basquetbol	
Años que se practico	1 1 1 3		8			7		2	

**Tabla 2.** Detalles del deporte que practican.

Lesiones / Enfermedades										
		Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 3	Sujeto 4	Sujeto 5	Sujeto 6	Sujeto 7	Sujeto 8	Sujeto 9
Enfermedad crónica	Si					X			X	
	No	X	X	X	X		X	X		X
Familiar con enfermedad crónica	Si	X	X		X		X		X	X
	No			X		X		X		
Cirugías	Si	X				X		X		
	No		X	X	X		X		X	X
Lesiones	Si	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	No									
Parte corporal afectada		Rodilla	Espalda	Rodilla	Cuello/ Espalda	Cuello/ Hombro	Cadera	Manos	Espalda	Hombro
Causa		Accidente	Entrenamiento	Exceso de trabajo	Entrenamiento	Accidente/ Exceso de trabajo	Entrenamiento	Exceso de trabajo	Entrenamiento	Entrenamiento (peso excesivo)
Tratamiento		Reposos	Bandas kinestésicas	Reposo	Bandas kinestésicas/ Analgésicos	Reposos/ Cirugia	Terapia	Terapia	Terapia	Bandas kinestésicas
Tiempo de tratamiento		1 semana	15 Días	6 meses	3 semanas	20 días/ 30 días	1 mes	3 meses	1 mes	2 meses
Tiempo fuera del deporte		1 semana	1 mes	1 mes	1 mes/ 2 semanas	30 días/ 3 meses	1 mes	3 meses	2 meses	1 mes

**Tabla 3.** Lesiones y enfermedades del deportista.

Para el segundo caso de estudio se ha analizado a una atleta de danza aérea y se ha comparado con su instructora. La figura 2 muestran la secuencia de movimientos que ha realizado la deportista para llegar a una figura llamada “inversión”.



**Fig. 2.** Rutina de danza aérea.

En la primera parte se puede observar que la atleta se posiciona en un eje vertical para realizar una aducción hacia la parte central de su cuerpo, sus brazos se flexionarán apoyada por las telas para llevar su espalda a una posición horizontal y posteriormente vertical, la figura alcanza su clímax en la cuarta fotografía donde su cuerpo debería estar en un eje vertical con una extensión de piernas que van desde la cadera hasta los pies puntados y extensión en los brazos; desde las manos que sostienen su cuerpo en el aire hasta los hombros que resisten el peso de su cuerpo.

Para regresar a la posición inicial, la atleta debe realizar la misma secuencia de movimientos que hizo para subir pero en forma inversa. De estar en una posición vertical invertida deberá pasar nuevamente a un eje horizontal y para finalizar el ejercicio a un eje vertical donde en la parte inferior se apoyó por sus pies en el piso y en la parte superior sus brazos se sostienen de la tela.

A pesar de que el ejercicio fue ejecutado con la secuencia correcta, la atleta no concluyó exitosamente su rutina, ya que después de comparar su práctica con la de su entrenadora mediante nuestro software, se encontraron detalles técnicos que, de seguirse practicando de una forma errónea, podrían ocasionarle lesiones tanto en sus hombros, codos, muñecas y espalda, debido a que son las zonas que presentan un mayor esfuerzo.

En la figura tres se muestra la secuencia de imágenes de la misma rutina, pero realizada por la instructora. Los movimientos están secuenciados y se observan de la imagen superior izquierda hasta la imagen inferior derecha.

Ahora el software secciona y evalúa el movimiento, arrojando un resultado porcentual con el cual posteriormente lo sumará y nos dará un porcentaje promedio de toda la rutina.

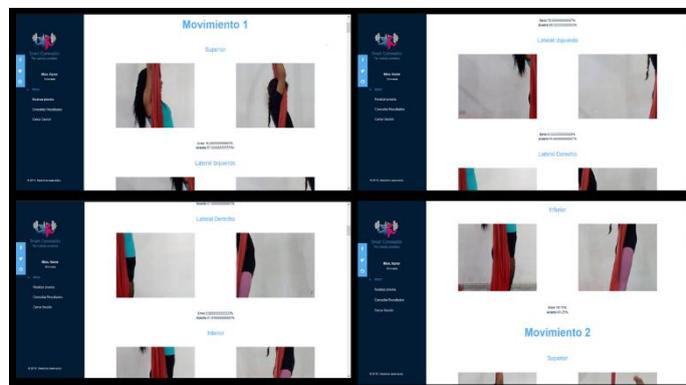


Fig. 3. Evaluación de imágenes.

Después de que la atleta realizó su rutina frente al dispositivo, que se capturaron y compararon las imágenes y que se visualizó cada uno de los movimientos y su resultado en los diferentes planos, podremos visualizar el porcentaje promedio de la rutina completa. Los resultados son almacenados en una tabla donde se registra el avance porcentual del atleta según su rutina.



Fig. 4. Resultados porcentuales de la evaluación.

## 5. Conclusiones y trabajos futuros

Del estudio anterior aplicado a diversas disciplinas deportivas tales como la halterofilia, taekwondo, futbol y danza, podemos concluir que la mayor cantidad de las lesiones que pueden presentar los atletas son en la espalda, seguidas por las lesiones en rodillas, cuello y hombros. Las articulaciones circulares como lo son las rodillas y los hombros muestran un desgaste importante en nuestro estudio independientemente del deporte que se practique.

Para realizar una práctica deportiva exitosa es necesario mantener una buena dieta, periodos de descanso entre rutinas y un régimen de sueño constante. Sin embargo, podemos concluir que esto no garantiza un buen desempeño deportivo. Smart Gymnastic funciona como auxiliar para llevar a cabo un entrenamiento eficiente de los atletas donde los instructores puedan analizar la ejecución de la técnica correcta de la rutina en cuestión y, de esta manera, direccionar al atleta hacia el alto rendimiento en el menor tiempo posible y, minimizando en la medida de lo posible, las lesiones frecuentes causadas por la mala ejecución de las mismas.

Para las siguientes etapas de desarrollo del software, se implementará un banco de sensores en el cuerpo del(la) atleta con el objeto de llevar a cabo un análisis en tiempo real monitorizando variables importantes tales como los signos vitales y simulaciones en realidad aumentada; es decir, una solución bajo el Internet de las Cosas.

## 6. Referencias

- [1] OMS (Organización Mundial de la salud), Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud, Actividad física, 2018. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>.
- [2] OMS (Organización Mundial de la salud), Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud, ¿Qué se entiende por actividad moderada y actividad vigorosa? 2018. Disponible en: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical\\_activity\\_intensity/es/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/es/).
- [3] Infomed, Rehabilitación, BIOMECANICA, D.Donskoi., V.Zatsiorski, 12 febrero 2011. Disponible en: <http://articulos.sld.cu/rehabilitacion-bio/2011/02/12/objeto-de-estudio-por-la-biomecanica/>
- [4] Revista Internacional De Ciencias Del Deporte, La aplicación de la biomecánica al entrenamiento deportivo mediante los análisis cualitativo y cuantitativo. Una propuesta mediante los análisis cualitativo y cuantitativo. Una propuesta para el lanzamiento de disco. Para el lanzamiento de disco, 7 de abril de 2007. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/710/71000705/>.

- [5] Infomed, Rehabilitación, Principales movimientos articulares para el análisis de los ejercicios del método Pilates, Lic. Bryan J. Rivero Castillo, ISCM Carlos J. Finlay. Camagüey 30 de noviembre de 2010. Disponible en: <http://articulos.sld.cu/rehabilitacion-bio/category/mecanica-articular/>.

# Aplicaciones de Computación Contextual y Localización en Interiores en campus Universitario a través de Beacons

Joaquín Guillén Rodríguez\*, José Felipe Pérez Sandoval, Héctor A. Velázquez González, Jaime A. Mariano Torres

joaquin.guillen@une.edu.mx\*, a138495@une.edu.mx, a138413@une.edu.mx jmariano@une.edu.mx

**\*Universidad del Noreste A.C., Prolongación Av. Hidalgo No 6315, Col. Nuevo Aeropuerto, Tampico Tampaulipas , CP 89337, Dirección de área Económico Administrativa, Tel. +52(833)2 30 38 30 Ext. 1122**

## RESUMEN

El presente artículo describe una aplicación móvil contextual con características útiles para la ubicación, el control de asistencia de profesores y estudiantes dentro de una universidad. Se detalla también el principio de desarrollo de un sistema de posicionamiento en interiores ubicado dentro del auditorio de una institución educativa en el cual se está trabajando. La infraestructura utilizada son beacons de localización marca estimote y kontakt colocados estratégicamente dentro de los diferentes niveles de la institución y en un auditorio; a través de una app el usuario puede ver en un mapa su ubicación interior dentro de las instalaciones y edificios de la universidad e indicación visual a través de un GIF animado para dirigirse a pisos inferiores o superiores del mismo y/o salidas de emergencia.

## ABSTRACT

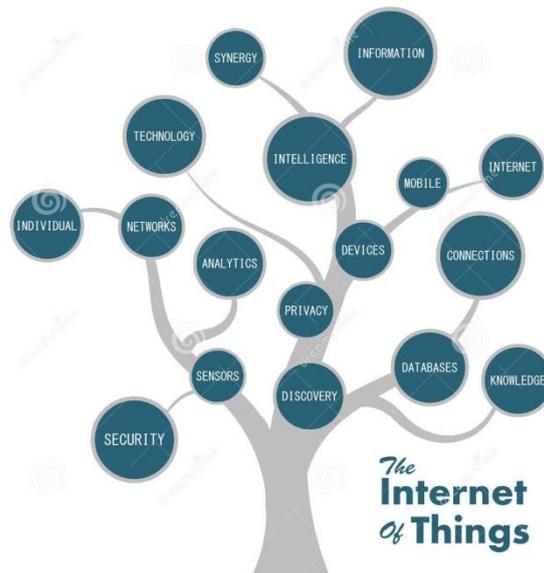
This paper describes a contextual mobile application with useful features for the location, attendance control of teachers and students within a university. The principle of development of an indoor positioning system located within the auditorium of an educational institution in which it is being worked is also detailed. The infrastructure used are location beacons, estimote and kontakt brands, located strategically within the different levels of the institution and in an auditorium; through an app the user can see on a map their internal location within the facilities and buildings of the university and visual indication through an animated GIF to address lower or upper floors.

**Palabras Clave: Aplicaciones contextuales, IPS, Beacons, Posicionamiento en Interiores**

## 1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las tendencias tecnológicas ocupan conceptos que antes se pensaba como imposibles de implementar o solo podían verse en películas de ciencia ficción, hoy en día temas como aprendizaje automático, aplicaciones inteligentes, aplicaciones contextuales, realidad virtual y aumentada son tomadas muy en cuenta por diferentes empresas sobre todo del giro tecnológico y se consideran como un objeto de estudio e inversión.

Entre todas estas tendencias existe un particular interés en un concepto que se ha denominado el internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés) ya que abarca una gran variedad de potenciales aplicaciones. El concepto IoT es sencillo pero a la vez de un espectro sumamente amplio, por un lado se pretende lograr una conexión digital con todos o la mayoría de los objetos con los que una persona promedio interactúa en su vida cotidiana, por otro lado se permite a un usuario con ciertos privilegios el control total sobre estos objetos o bien se obtiene de los datos generados a través de sensores información estratégica para la toma de decisión de las empresas. La figura 1 muestra gráficamente los conceptos más importantes relacionados con IoT.



**Figura 1.-** Palabras que describen los fundamentos de IoT

A IoT se le puede ver como una especie de pirámide tecnológica, en la parte inferior se ubica el hardware y protocolos utilizados para recolectar datos a través de sensores, En la parte superior de la pirámide de IoT se encuentran herramientas tipo Analytics o Big Data las cuales predicen o apoyan los procesos de toma de decisiones en las empresas. Relacionado con el concepto de IoT se encuentra también la computación contextual, la cual consiste el uso de software y hardware para recopilar y analizar automáticamente datos sobre los alrededores de un dispositivo con el fin de presentar información relevante para el usuario. Hoy en día los teléfonos inteligentes y tabletas ofrecen grandes capacidades de computación contextual debido a la gran cantidad de sensores y protocolos con los que pueden operar. Las aplicaciones contextuales proporcionan entonces una interfaz que depende muchas veces de la ubicación, la hora, la información recibida por la cámara o datos recogidos en tiempo real.

Los sensores utilizados dentro de IoT pueden ser de muchos tipos, los beacons son un ejemplo de este tipo de sensores, son pequeños dispositivos que transmiten información a través de un protocolo llamado BLE(Bluetooth Low Energy), se colocan de manera estratégica en interiores y realizan transmisiones periódicas que pueden ser detectadas por equipos inteligentes como los teléfonos celulares, por lo que sirven sobre todo para aplicaciones de cómputo contextual o bien para localización en interiores, es decir operan sobre todo en lugares donde los sistemas tipo GPS están limitados.

## 2 ESTADO DEL ARTE

Debido a los vertiginosos avances en la tecnología, la cantidad y versatilidad de sensores seguirán incrementándose en los siguientes años, esto conllevará a que cada vez existan más aplicaciones móviles que obtengan datos de estos sensores y generen información contextual útil al usuario. Existen varios artículos que exponen fundamentos, retos, paradigmas, arquitecturas y tendencias en la computación contextual dentro y fuera de IoT [1-4].

Para localización en exteriores la tecnología GPS ha tenido un éxito rotundo, sin embargo está muy limitada en localización para interiores, esto debido a la notable disminución de la señal al atravesar muros y la pérdida de la línea de visión hacia los satélites. Se ha desarrollado técnicas para localización de interiores, estas se agrupan bajo el nombre de IPS – Indoor Positioning Systems por sus siglas en inglés-, una diversa variedad de métodos especializados para localización en interiores han sido desarrollados e implementados, diversas tecnologías han sido utilizadas y analizadas para realizar esta tarea, entre ellas WiFi, Bluetooth, RFID, ZigBee y UWB[5-8] entre varias más.

Una tecnología que se ha vuelto muy popular al implementar IPS es la infraestructura basada en beacons, los beacons son dispositivos de baja energía (se alimentan de una pila cuya durabilidad es en ocasiones hasta de 5 años) que se empujan en paredes, techos o localizaciones fijas para servir como guías en la

ubicación de uno o más objetivos; dependiendo del caso de uso, los beacons pueden ser móviles. La gran ventaja de los beacons es que a través de un protocolo llamado BLE –Bluetooth Low Energy por sus siglas en inglés- pueden comunicarse sin mayor problema con dispositivos móviles, los cuales al estar conectados a internet acceden a información relacionada con su entorno o bien proporcionar información relevante de sus alrededores.

Varios autores[9-11] han experimentado con la tecnología de beacons utilizando una diversidad de técnicas matemáticas basadas típicamente en triangulación de señales o bien utilizando un método llamado “fingerprint” – el cual significa huella- . Acorde a la técnica usada se han reportado resultados satisfactorios con márgenes de error en el rango de 0.7-2 metros. El presente artículo describe el avance de los resultados de experimentación utilizando beacons enfocado a cómputo contextual y se presenta también la metodología a usar para implementar la técnica de localización en interiores en el auditorio de una universidad utilizando técnicas de triangulación y “fingerprint”.

### 3 METODOLOGÍA

La metodología utilizada hasta el avance actual del proyecto documentado en el presente artículo podemos dividirla en dos áreas:

#### 3.1 Metodología para aplicación contextual

##### *Desarrollo de planos del sitio a evaluar*

Se hizo un levantamiento arquitectónico y con el software de AutoCAD se desarrollaron los planos de los diferentes niveles de uno de los edificios de la universidad donde se realizaron las pruebas.

##### *Instalación de beacons basados en tecnología BLE*

Se programaron beacons( transmisores Bluetooth Low Energy) de la marca estimote y se instalaron en zonas de salones en los diferentes niveles del edificio de la universidad, se dió de alta el ID de cada beacon en una base de datos en la nube de tal forma que la app pudiera reconocer automáticamente en qué nivel y en qué área de salones se encontraba. Una vez encontrada la zona , se proporcionaba una interfaz al usuario indicando los salones que se encontraban en esa área, al elegir un salón el usuario fue capaz de ver que clase se debía de estar impartiendo, que profesor y que estudiantes deberían estar en dicho salón.

##### *Alimentación de la base de datos en la nube*

Se subió la información de mapas de niveles de edificios, salones, horarios, profesores, grupos y listas de estudiantes a la base de datos Firebase de Google; esto se realizó manualmente a través de la interfaz que proporciona la misma base de datos. La información es accesada a través de una app contextual.

##### *Desarrollo de aplicación para conectarse con los beacons y la base de datos en la nube*

Utilizando el entorno de desarrollo de Android y las librerías de BLE, se implementó una app con el fin de que detectara los beacons colocados estratégicamente dentro de un edificio de la universidad y que proporcionara información contextual referente al entorno, esto significa información de un mapa de la zona, localización de accesos a niveles superior e inferior, salones, horarios, profesores, grupos y listas de estudiantes dentro de los salones al momento del uso de la aplicación. La información se bajó de la base de datos Firebase de Google.

#### 3.2 Metodología para aplicación IPS

La siguiente metodología está siendo usada para la localización de personas en el interior de un auditorio.

##### 3.2.1 Descripción teórica y matemática de la técnica de localización

La técnica sobre la que se está trabajando en el proyecto para la localización en interiores es la técnica de “huellas”, esta es una de las técnicas más utilizadas y evaluadas por diversos autores[12-14], la otra

alternativa posible es el uso de técnicas de triangulación, la cuales también han sido ampliamente evaluadas y documentadas [12,15] pero típicamente tienen un mayor margen de error o incertidumbre en las estimaciones de la localización si el entorno es retador, además que requieren de un modelo matemático que puede ser complicado de encontrar.

### 3.2.2 Descripción de la técnica

En la técnica primero se definen zonas o celdas en la distribución de la planta donde se realizarán mediciones de la potencia (RSSI por sus siglas en inglés) de la señal proveniente de los diferentes beacons, la medición se realiza típicamente en el centro de la celda. Se crea entonces un mapa radial en donde se almacenan los valores de estas mediciones y sus localizaciones. Las lecturas de la potencia proveniente de los transmisores obtenidas por una aplicación móvil, indicará la proximidad de la ubicación actual respecto a alguna(s) de la celda(s), se determina entonces la localización estimada del dispositivo móvil a través de una interpolación. Algunos autores [10,16] muestran que el uso de filtros en las lecturas de las señales de potencia mejoran la exactitud de la estimación (el filtro de Kalman es muy utilizado para realizar esta función).

### 3.2.3 Caracterización matemática de una huella

La caracterización de un “fingerprint” o huella para cada localización elegida se puede representar matemáticamente como un vector conteniendo los valores RSSI de la señal de todos los transmisores recibidos. Como se comentó, para crear una huella se define un mapa radial con zonas o localizaciones específicas definidas, estas zonas representan referencias útiles para la posterior ubicación. El método a utilizar para definir la huella en cada lugar será el promedio de la medida de los valores del indicador de fuerza de la señal recibida, se realizarán varias mediciones repetidamente y se obtendrá un promedio de la señal en cada localización definida en el mapa. Si  $t$  es el tiempo y  $r_{i(t)}$  el valor de RSSI de una señal recibida por un transmisor  $T_i$ , entonces la huella  $H_i$  en una localización específica se denota como

$$H_i = [ r_0(t), r_1(t), r_2(t), \dots, r_{N-1}(t), \Phi ] \quad (1)$$

Donde  $i$  representa a la celda y  $N$  representa al número de transmisores. El término  $\Phi$  se emplea a causa de que la orientación del dispositivo influye en las mediciones debido a la absorción de energía por parte del cuerpo del usuario, posición de la antena, etc..

### 3.2.4 Metodología para encontrar una localización estimada

Durante la ejecución de la aplicación en el dispositivo móvil, se detecta el valor de un vector  $L$  (de localización) conteniendo los valores RSSI recibidos en una posición de parte de diferentes transmisores (Beacons) y se compara con el vector “más cercano” existente, es decir se compara con los vectores correspondientes de todas las huellas con lo que se determina una estimación de la posición del dispositivo.

El método a usar para obtener la ubicación del dispositivo móvil a través del vector más cercano será determinístico, se utilizará inicialmente por simplicidad. Se utilizará la diferencia de las distancias Euclidianas del vector  $L$  en la posición actual del dispositivo móvil con cada uno de los vectores  $H_i$  en cada una de las posiciones de referencia, la distancia se puede obtener a través de la siguiente ecuación:

$$d(H_i, L_j) = \sum_{k=0}^{N-1} (r_{k,i} - r_{k,j})^2 \quad (2)$$

Las  $r$  representan componentes en el vector  $L$  y la celda  $H$ . El punto de referencia cuya huella tenga la menor distancia Euclidiana es la mejor estimación de la localización del usuario acorde a esta metodología. Para una estimación más precisa se hace una interpolación o promedio ponderado asignando pesos particulares a las huellas que se localizan más cercanas,

$$\hat{L} = \frac{w_i}{\sum_{j=i}^M w_j} p_i \quad (3)$$

Donde  $L$  testada representa el vector de la localización estimada,  $w_i$  es el peso que se le da a cada huella cercana y  $p_i$  son las coordenadas de los puntos de calibración. La norma del peso se puede elegir acorde a diversos criterios, el más simple es el inverso de la norma del vector medido y la media de los puntos de calibración

$$w_i = \frac{1}{\|\bar{y} - \bar{\mu}_i\|} \quad (4)$$

Otras posibles normas que también son frecuentemente empleadas se muestran en la tabla 1.

Nombre	$\ x\  (x \in \mathbb{R}^{n_x})$
Norma-p[17]	$\ x\ _p = \left( \sum_{i=1}^{n_x}  x_i ^p \right)^{\frac{1}{p}}$
Norma-p modificada[18]	$\ x\ _{mp} = \left( \sum_{i=1}^{n_x} \frac{1}{w_i}  x_i ^p \right)^{\frac{1}{p}}$
Norma-infinita	$\ x\ _\infty = \max_i ( x_i )$
Norma-Mahalanobis[19]	$\ x\ _M = \sqrt{x^T \Sigma^{-1} x}$

Tabla 1

Las normas emplearán únicamente a aquellas huellas que se encuentren más cercanas, para detectarlas se utilizará el algoritmo de los “K vecinos más cercanos”.

## 4 RESULTADOS EXPERIMENTALES

### 4.1 Aplicación Contextual

La aplicación contextual desarrollada apoya la labor de asistentes educativos, personal y estudiantes de la universidad del Noreste ubicada en Tampico, Tamaulipas. La universidad tiene una distribución arquitectónica compleja, con edificios de hasta nueve niveles y es fácil extraviarse dentro de la misma; el trabajo de la app es dar una guía al usuario a través de un sistema de navegación que le indica un mapa del sitio donde se encuentra, los diferentes accesos a él hacia el nivel inferior y superior y los cursos que se toman en los diferentes salones del área. En la figura 2 se muestra el levantamiento del segundo nivel del edificio donde se realizó la experimentación.

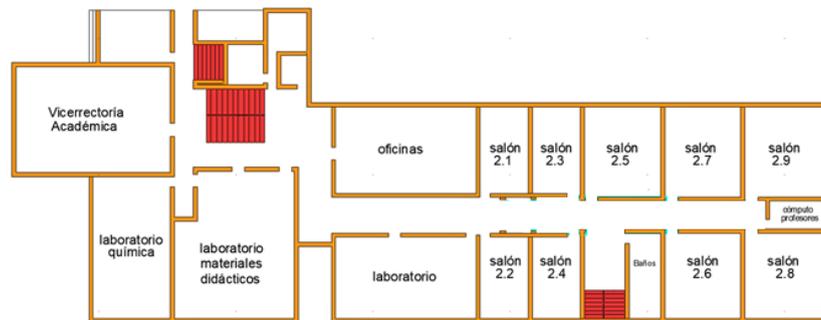


Figura 2.- Arquitectura del segundo nivel de la Universidad del Noreste

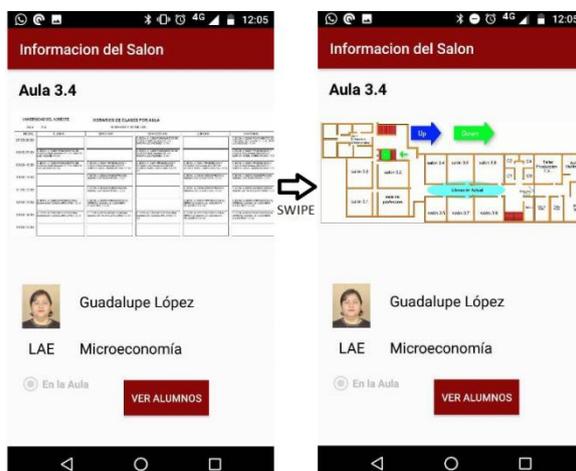
Como apoyo para que la app obtuviera la información adecuada se colocaron estratégicamente beacons en los diferentes niveles de la universidad, los beacons con los que se trabajó para realizar toda la

experimentación previa fueron de la marca estimote y se programaron a una potencia de -4dBm y un intervalo de advertisement de 300ms . Acorde al beacon recibido por el dispositivo móvil, aparece en la interfaz una lista de salones que se encuentran en dicha zona junto con el mapa del área y los accesos al nivel superior e inferior del edificio, en la figura 3 aparece la interfaz mostrada al usuario.



**Figura 3.** Interfaz del usuario

El asistente educativo es un empleado de la universidad que recorre continuamente los salones y edificios verificando la asistencia de profesores. La app es útil para él ya que al realizar la selección de un salón le aparece la lista de horarios-cursos en ese salón durante la semana, el profesor que debería estar impartiendo la clase ahí, la fotografía del profesor, el nombre del curso y también tiene acceso a la lista de estudiantes que deberían de estar tomando esa clase. Toda la información se baja a través del dispositivo celular de la nube utilizando la base de datos Firebase de Google. La figura 4 muestra la interfaz que hace esta tarea. Al hacer un desplazamiento manual sobre la parte superior de la interfaz se intercambia la imagen de la zona y el horario con todos los cursos que se toman en el salón elegido durante la semana.



**Figura 4.-** Interfaz del profesor

Otro de los problemas que tiene el asistente educativo de la universidad es que en muchos de los salones no tiene acceso visual al profesor cuando desea revisar su asistencia, ya que lo hace a través de una pequeña ventana de vidrio localizada en la parte superior de cada puerta.

Se adquirieron y se programaron beacons tipo tarjeta (similares en tamaño a una tarjeta de crédito) de la marca kontakt, la potencia programada en estos beacons fue de -65dB a 1 metro y con un período de advertisement de 1 segundo; se asignaron estos beacons a algunos profesores y estudiantes y se dió de alta esta información en una base de datos en la nube, la aplicación fue entonces modificada para colocar una marca en la interfaz cuando detectaba la presencia del profesor(ver figura 4). En la figura 5 se muestra la lista de alumnos donde aparece una X en aquellos alumnos que no tuvieron beacons, significando de alguna manera que faltaron, esto en el caso de que todos los estudiantes tuvieran como identificación un beacon propio. En el momento en que los beacons disminuyan su precio (actualmente el precio es oscila

entre \$600 y \$800 M.N.) podría ser muy útil para un sistema universitario que desee el control semiautomático de profesores y estudiantes, con esto el profesor evitaría la tarea administrativa de pasar lista, el asistente educativo haría esta labor al pasar enfrente del salón y se podría subir toda la información a la nube.

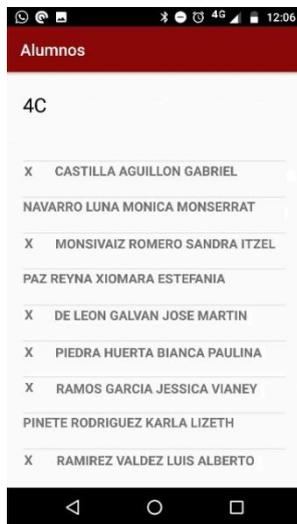


Figura 5.- Lista de asistencia implementada a través de beacons tipo tarjeta

#### 4.2 Aplicación para IPS

Referente a la implementación de la técnica de localización de interiores (IPS), se utilizó el auditorio de la universidad como área de prueba –ver figura 6-. Se colocaron cinco beacons, dos de los beacons son de la marca estimote y tres de la marca kontakt, se hicieron mediciones en alrededor de 150 asientos elegidos al azar de los 500 asientos totales con los que cuenta el recinto.

Las mediciones en cada asiento se realizaron en ocho distintas orientaciones, al momento de la escritura del presente artículo se está realizando el análisis matemático de las mediciones para determinar el nivel de precisión de las mismas. El rango de las mediciones RSSI estuvo entre -53 y -103 dBm , La idea es implementar una app que pueda servir para que clientes de un restaurant, sala de cine, etc. hagan pedidos desde su celular y se determine automáticamente la ubicación del cliente que solicitó un servicio.

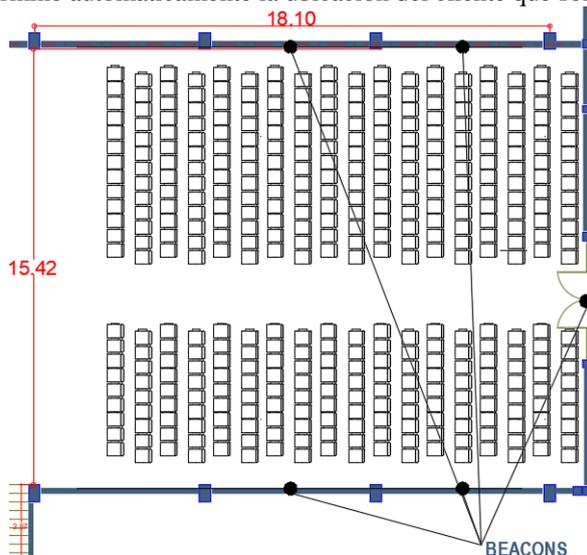


Figura 6.- Esquema del auditorio a evaluar con las técnicas de IPS

La tabla 2 muestra algunas de las mediciones (niveles de RSSI) obtenidas en los asientos 1, 5 y 9 del auditorio, la idea es utilizar toda esta información para analizar, modelar y encontrar técnicas eficientes de localización en este tipo de entornos ya sea con la técnica de fingerprint o bien con metodologías de triangulación.

Num. De Asiento	Posición	Beacon E2	Beacon E3	Beacon K1	Beacon K2	Beacon K3
1	0	-76	-80	-87	-83	-86
	1	-88	-80	-78	-94	-82
	2	-81	-79	-84	-81	-78
	3	-81	-90	-82	-89	-84
	4	-80	-84	-90	-90	-86
	5	-76	-90	-93	-87	-80
	6	-80	-92	-80	-78	-90
5	7	-77	-88	-86	-76	-82
	0	-76	-80	-84	-91	-91
	1	-88	-81	-86	-81	-81
	2	-88	-93	-89	-79	-75
	3	-92	-83	-82	-85	-79
	4	-79	-93	-81	-80	-83
	5	-91	-85	-87	-88	-78
9	6	-85	-84	-93	-92	-81
	7	-87	-79	-86	-75	-82
	0	-75	-82	-82	-78	-81
	1	-81	-82	-83	-75	-82
	2	-82	-86	-89	-86	-79
	3	-76	-91	-86	-91	-76
	4	-81	-87	-85	-80	-91
5	-77	-96	-93	-90	-96	
6	-90	-92	-95	-83	-83	
7	-78	-100	-85	-87	-79	

Tabla 2

## 5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se obtuvieron resultados satisfactorios en todas las pruebas realizadas con los beacons enfocadas a aplicaciones de cómputo contextual con dispositivos móviles. Se lograron hacer múltiples mediciones de intensidad de la señal (RSSI) en un auditorio de alrededor de 500 personas con el fin de validar técnicas de triangulación y “fingerprint” con 5 beacons colocados en la periferia del área a estudiar, cada medición se tomó en ocho posiciones diferentes del usuario para estudiar el error debido a la posición particular del cuerpo.

Hay muchos retos en el área de IPS, sobre todo en ambientes dinámicos, se pretende continuar con el trabajo y dar seguimiento utilizando técnicas de triangulación, “fingerprint”, reducción de ruido, etc., posteriormente se migrará a soluciones de IPS basada en redes tipo malla utilizando beacons.

## REFERENCIAS

- [1] P Makris, D. N. Skoutas, C Skianis. A Survey on Context-Aware Mobile and Wireless Networking: On networking and computing environments’ integration, IEEE Communications Surveys & Tutorials ( Volume: 15, Issue: 1, First Quarter 2013 ),pp. 362 – 386, DOI: 10.1109/SURV.2012.040912.00180.
- [2] C. Perera, A. Zaslavsky, P. Christen, D. Georgakopoulos Context Aware Computing for The Internet of Things: A Survey, IEEE Communications Surveys & Tutorials, may 2013, ( Volume: 16, Issue: 1, First Quarter 2014 ), pp. 414 – 454.
- [3] M. Baldauf, S. Dustdar, F. Rosenberg, A survey on context-aware systems, Int. J. Ad Hoc and Ubiquitous Computing, Vol. 2, No. 4, 2007, pp.263-277.
- [4] H. Jong-yi, S. Eui-ho, K. Sung-Jin, Context-aware systems: A literature review and classification, Expert Systems with Applications 36 (2009) 8509–8522.
- [5] C. E. Galvan, I. Galvan-Tejada, E. I. Sandoval, and R. Brena, “Wifi bluetooth based combined positioning algorithm,”Procedia Engineering,vol.35,pp.101–108,2012,International Meeting of Electrical Engineering Research 2012.
- [6]A. Wheeler, Commercial applications of wireless sensor networks using ZigBee, IEEE Communications Magazine,vol.45, no.4, pp.70–77,2007.
- [7]R.Weinstein,“RFID:a technical overview and its application to the enterprise, vol.7, no.3, pp.27–33, 2005.
- [8] M.-G.Di Benedetto and B.R.Vojcic,Ultra wide band wireless communications: a tutorial, Journal of Communications and Networks,vol.5,no.4, pp.290–302, 2003.
- [9]R. Faragher and R. Harle, Location fingerprinting with bluetooth low energy beacons, IEEE Journal on Selected Areas in Communications,vol.33,no.11,pp.2418–2428,2015.

- [10] B. Hyoin , O. Jaesung , L. KangKyu , and O. Jun-Ho , Low-Cost Indoor Positioning System using BLE (Bluetooth Low Energy) based Sensor Fusion with Constrained Extended Kalman Filter, Proceedings of the 2016 IEEE, International Conference on Robotics and Biomimetics, Qingdao, China, December 3-7, 2016, pp. 939-945.
- [11] D. Contreras, M. Castro, D. Sánchez de la Torre, Performance evaluation of bluetooth low energy in indoor positioning systems ,Transactions On Emerging Telecommunications Technologies, Trans. Emerging Tel. Tech. 2017; 28:e2864.
- [12] H. Liu, H. Darabi ,P. Banerjee , J. Liu , Survey of wireless indoor positioning Techniques and systems. IEEE Trans Syst Man Cybern PartC:Appl Rev 2007;37(6):1067–80.
- [13] V. Honkavirta, T. Perala, S. Ali-Loytty, Comparative Survey of WLAN Location Fingerprinting Methods, Proceedings of the 6<sup>th</sup> Workshop on Positioning, Navigation and Communication 2009(WPNC 2009) pp. 243-251.
- [14] L. Tsung-Lan, L. Po-Chiang, Performance Comparison of Indoor Positioning Techniques based on Location Fingerprinting in Wireless Networks, IEEE 2005 International Conference on Wireless Networks, Communications and Mobile Computing, 13-16 June 2005, DOI: 10.1109/WIRLES.2005.1549647.
- [15] A. Bose, F. Chuan, A Practical Path Loss Model For Indoor WiFi Positioning Enhancement, 2007 6th International Conference on Information, Communications & Signal Processing 2007, pp. 1 – 5. DOI: 10.1109/ICICS.2007.4449717.
- [16] C. Xi-Yuan, Y. Jing , Z. Xue-Fen, Theoretical analysis and application of Kalman filters for ultra-tight global position system/inertial navigation system integration, Transactions of the Institute of Measurement and Control, 34(5) pp. 648–662.

# **X. Equidad de Género**



# Acceso a las TIC por las estudiantes mujeres de la Unidad Académica de Economía, UAN.

Ángel Benítez<sup>1</sup>, Amada Carrasco<sup>1</sup>, Alondra Nayeli González Sandoval<sup>2</sup>, Armando Benítez Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Nayarit, Boulevard Tepic-Xalisco s/n Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit

<sup>2</sup> Estudiante. Universidad Autónoma de Nayarit, Boulevard Tepic-Xalisco s/n Ciudad de la Cultura Amado Nervo, Tepic, Nayarit

aabenitez83@uan.edu.mx, acarrazco@gmail.com, benitezherdeza@hotmail.com y alondra@gmail.com

Área: Equidad de género

**Resumen.** En el presente trabajo de investigación se pretende analizar una posible adicción hacia el Internet, en estudiantes universitarios de la Unidad Académica de Economía de la UAN. Se debe distinguir entre afición y adicción a internet, reconociendo las posibles señales de riesgo. Se plantea una metodología para el presente trabajo, la cual es descriptiva-comparativa, porque se analiza y compara la caracterización y valoración del uso de internet por parte de las jóvenes estudiantes de la Unidad Académica de Economía (UAE) de la Universidad Autónoma de Nayarit. Utilizando la puntuación del cuestionario sobre Adicción a Internet desarrollado por la Dra. Kimberly Young (1996), observando la variable de género, se ven diferencias significativas entre hombres y mujeres. Esto confirma el uso diferencial de los recursos de la red entre hombres y mujeres, confirmando la evidencia observada desde hace años en cuanto al interés que despiertan las TIC entre las estudiantes universitarias (Muñoz-Rivas *et al.*, 2003).

**Palabras clave:** Acceso a internet, mujeres y tecnología, TIC

**Abstract.** In the present research work is intended to analyze a possible addiction to the Internet, in university students of the Academic Unit of Economics of the UAN. A distinction must be made between hobby and Internet addiction, recognizing the possible signs of risk. A methodology for the present work is proposed, which is descriptive-comparative, because the characterization and evaluation of the use of the internet by the young students of the Academic Unit of Economics (UAE) of the Autonomous University of Nayarit is analyzed and compared. Using the score of the questionnaire on Internet Addiction developed by Dr. Kimberly Young (1996), observing the gender variable, significant differences are seen between men and women. This confirms the differential use of the resources of the network between men and women, confirming the evidence observed for years in terms of the interest aroused by ICT among university students (Muñoz-Rivas *et al.*, 2003).

**Keywords:** internet access, women and technology, ICT

## 1 Introducción

Entre 1990 y 2010 el volumen de hogares se incrementa de 16.2 a 28.2 millones. De 100 hogares 25 son dirigidos por mujeres en 2010. La participación relativa de los hogares con jefatura femenina registra un aumento en el periodo analizado de 17.3% en 1990, a 24.6% en 2010 (Mujeres y hombres en México, 2015).

En el mercado laboral hay una menor proporción de mujeres que de hombres. Aquellas mujeres que logran ingresar, suelen enfrentar desigualdad salarial, segregación ocupacional, acoso y hostigamiento sexual, así como dificultades para conciliar su vida laboral con su vida personal, lo cual afecta sus oportunidades de desarrollo y el ejercicio pleno de sus derechos.

En 1975 se llevó a cabo en la Ciudad de México la Conferencia Internacional de la Mujer, en cuyo marco las Naciones Unidas declararon al periodo comprendido entre 1976 y 1985 como la Década de la mujer, con el objeto de canalizar recursos y esfuerzos hacia la consecución de tres objetivos sustantivos:

igualdad, desarrollo y paz. En este sentido el uso de la tecnología no hace distinción entre géneros, se tiene la misma igualdad y los mismos derechos para su uso.

En México, el 34% de los hogares se encuentran dirigidos por una mujer, es decir, el sustento económico principal de la familia lo aporta la mujer. Sin embargo, independientemente de su condición de jefa de familia, es ella quien dedica más horas al trabajo doméstico que los hombres (42.4 horas vs 9.3 horas), llevando así sobre sus hombros una doble labor que se triplica si se es madre y se cuadruplica si debe ocuparse del cónyuge. Es por lo anterior, que muchas veces se ha señalado al trabajo que la mujer realiza fuera de su jornada laboral como “invisible”, dado que se realiza sin retribución económica alguna y que dependiendo de la situación de la mujer demanda la misma cantidad o más horas que la jornada laboral por la que sí recibe una retribución. El trabajo doméstico que realiza la mujer en términos de aportación al PIB se estima en 24.2%, el cual es superior si lo comparamos con el comercio (18.8%) y la industria manufacturera (17.5%) (Mujeres sin violencia, 2017).

Por último, cabe mencionar los retos que enfrenta la mujer al momento de incursionar en un negocio, ante la necesidad de generar sus propios ingresos o al encontrarse con el “techo de cristal” cuando intentan ascender en sus carreras laborales, así como, buscar un equilibrio entre el trabajo y la familia. Si en todo este transitar de la mujer por su desarrollo como persona y jefa de familia, ha podido refugiarse en el uso de la tecnología, esto pudiera ser un detonante de un problema posterior, incluso llegar a presentarse desordenes de otra índole. El propósito del presente trabajo es analizar una posible adicción hacia el Internet en estudiantes universitarias de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit. Además de tratar de estudiar la diferencia entre afición y adicción a internet, al mismo tiempo que se monitorean señales de riesgo por el uso desmedido de las tecnologías de información y comunicación.

## 2 Estado del Arte

Hoy en día, la inclusión digital refiere al conjunto de políticas públicas relacionadas con la construcción, administración, expansión, ofrecimiento de contenidos y desarrollo de capacidades locales en las redes digitales públicas, alámbricas e inalámbricas, en cada país y en la región entera (Robinson, 2005). La Universidad Autónoma de Nayarit en búsqueda de esa inclusión tiene entre sus programas y planes de estudio el uso y aplicación de las TIC en todas las áreas del conocimiento, tratando en todo momento de ser incluyente con los estudiantes de las diferentes licenciaturas, considerando tanto a hombres como mujeres.

De acuerdo a la ENDUTIH 2015 se encontró que a nivel nacional, el 71.5 por ciento es usuaria de la telefonía celular, y el estado de Nayarit se encuentra, apenas por encima de la media nacional (73.8%), en referencia al uso de internet se reporta que el 88.7 de los usuarios lo emplean para obtener información de carácter general y el 84.1% lo usan para comunicarse, el 76% para acceder a contenidos audiovisuales y el 71.5% para acceder a las redes sociales y 71.4 para entretenerse (Boletín de Prensa Núm. 131/16, 2015).

Con la visión del Plan de Desarrollo para que Nayarit se incorpore a la Sociedad de la Información, el Estado asumió la responsabilidad no solo de ofrecer información y servicios en línea, sino, además, buscar los mecanismos para que la población tenga los medios para acceder a dicha información, implementando en el 2009 el *Programa de Tarjeta de Internet Gratuita*, proyecto de inclusión digital cuyo objetivo básico era el promover y facilitar el uso de la tecnología entre la población juvenil, principalmente; al mismo tiempo y con la finalidad de promover el desarrollo económico en el ramo, se lanzó una convocatoria pública abierta a todas las microempresas y establecimientos prestadores de servicio de renta de equipos de cómputo para Internet con la finalidad de que participaran dentro de este programa. Sin embargo, este programa no ha alcanzado los impactos esperados (Periódico Oficial, 2012). Por ello se pensó en diseñar un estudio que dé cuenta de cuál es la situación real que viven las estudiantes mujeres al interior de la universidad, para este caso específico se pensó en la posibilidad de realizar el estudio en la Unidad Académica de Economía.

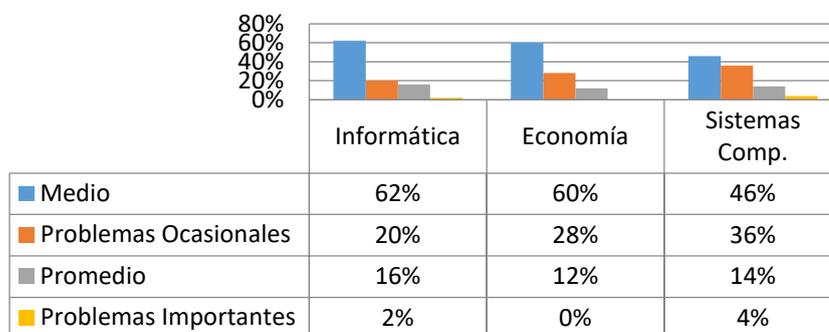
### 3 Metodología

En la investigación se llevó a cabo una revisión de documentos (planes de estudio) de la oferta de los programas del nivel licenciatura de la Unidad Académica de Economía de la Universidad Autónoma de Nayarit, posterior a ellos se divide la metodología en etapas como se muestra: **Primera Etapa**. Se analizaron cada uno de los planes de estudio, observando su estructura formativa del Tronco Básico Universitario (TBU), Tronco Básico de Área (TBA), el grupo de las unidades de aprendizaje disciplinares y las optativas, con el fin de identificar las unidades de aprendizaje que tienen orientación y/o relación hacia las tecnologías de información y comunicación (TIC) y de las que sólo se enfocan a la formación profesionalizante; así como la ubicación de éstas en el plan de estudios. Después de lo anterior, se realizó trabajo de campo donde se aplicó una encuesta a una muestra de 232 estudiantes de los tres programas de la unidad académica, con un error del 5% y un intervalo de confianza del 97%, posterior a ello se hizo la recolección de datos. **Segunda Etapa**. El instrumento que se utilizó para la recolección de datos fue una encuesta con reactivos que propone el método de la Dra. Kimberly Young (Anexo 1), con el propósito de determinar cómo es el uso de la tecnología por las jóvenes estudiantes, al mismo tiempo que se determina si existe adicción o bien si es afición. **Tercera Etapa**. Finalmente se elaboraron gráficas que muestran las tendencias en cada grupo formativo y en cada programa académico, observándose la perspectiva del uso de las TIC en los programas de las licenciaturas involucradas, asimismo se tiene el procesamiento de los datos recopilados y su posterior análisis.

### 4 Resultados

Los resultados obtenidos después de aplicar el instrumento de medición se presentan en forma gráfica para su mejor explicación, mismos que son expuestos a continuación:

La puntuación del cuestionario sobre Adicción a Internet desarrollado por la Dra. Kimberly S. Young (1996) reporta diferentes niveles. Inicialmente Young propuso una estrategia para diagnosticar la adicción de internet con un cuestionario de 8 preguntas, que a la postre sería modificado por 20 preguntas (Anexo 1) que tiene el actual; después de aplicar este último se puede observar la variable de género como se aprecia en los resultados que se muestran a continuación:

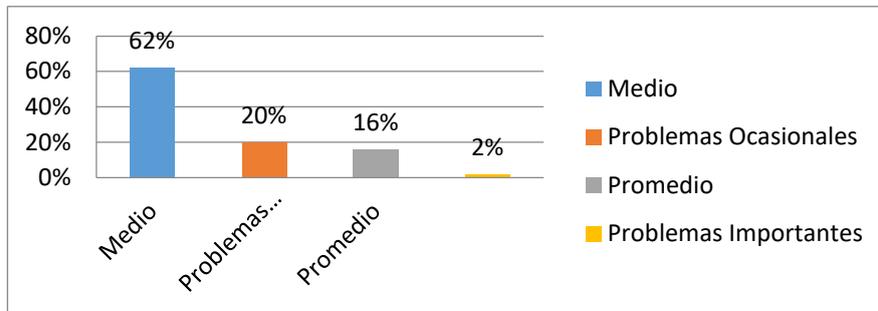


Fuente: Elaboración propia.

**Figura No. 1 Adicción A Internet en los tres programas**

La gráfica 1 muestra la situación actual de adicción a internet en las alumnas de la UAE en los 3 programas académicos existentes dando como resultado lo siguiente, en la categoría “Medio” se encuentra ubicada la mayor población encuestada, es decir la mayoría de las alumnas usa el internet como un pasatiempo y además para diversas actividades como hacer tareas entre otras cosas, además ellas controlan el uso que le dan sin tener que volverse una necesidad en su vida diaria, pueden estar hasta 6 u 8 horas desconectadas y no hay problema, no sufren algún desorden emocional o apego. En segundo lugar se encuentran ubicados los “Problemas Ocasionales”, aquellos que se presentan de vez en cuando, es decir algún tipo de ansiedad o necesidad de checar las redes sociales o navegar por la red. Por consiguiente

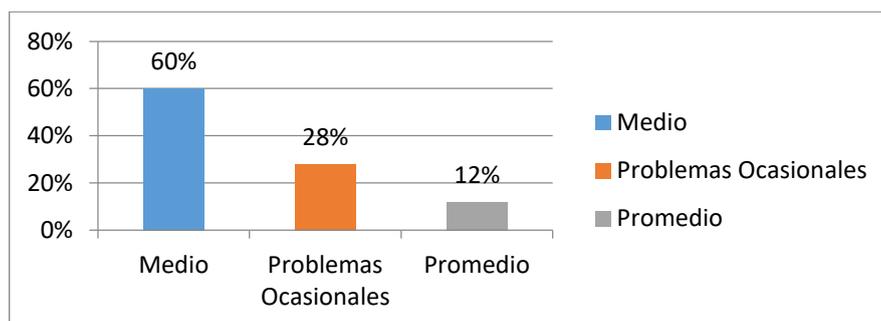
tenemos la categoría “Promedio” es decir las alumnas que navegan por la red pero el uso que le dan es muy común sin necesidad de cubrir vacíos emocionales y lo hacen la mayor parte con fines académicos. Y por último tenemos a las alumnas que presentan “Problemas Importantes” aquellas que muestran altos índices de un posible desorden emocional y afectivo por ejemplo ellas dejan de convivir con familiares y amigos, han dejado de comer a sus horas e inclusive duermen muy poco, solo con el fin de llenar ciertos vacíos, los principales comportamientos que presentan son agresividad, aislamiento y falta de interés de diversas ocupaciones (escuela, trabajo, etc.).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura No. 2 programa de Informática**

En la gráfica 2 se muestran los resultados que se obtuvieron al encuestar a las alumnas del programa académico de Informática y los resultados fueron los siguientes, la mayor parte de la muestra se encuentra situada dentro de la categoría “Medio” con el 62%, esto quiere decir que el uso que se le da a Internet es aceptable debido a que no presentan apegos y además se usa con moderación. La categoría “Problemas Ocasiones...” presenta tan solo el 20%, esto quiere decir que solo de vez en cuando se presentan situaciones fuera de lo común, pero aún no son alarmantes, aunque ya presentan necesidad por conectarse varias horas al día y navegar sin rumbo fijo. La siguiente categoría “Promedio” muestra que tan sólo el 16% de las alumnas que fueron encuestadas usa Internet de forma controlada y moderada, la utilizan como un pasatiempo pero también para realizar tareas productivas. Por último la categoría “Problemas Importantes” con 2% muestra una situación alarmante ya que se afirma que existen personas con un desorden mental y que presenta adicción, además que el estilo de vida que llevan deteriora más el estado anímico de los usuarios y la estabilidad emocional.

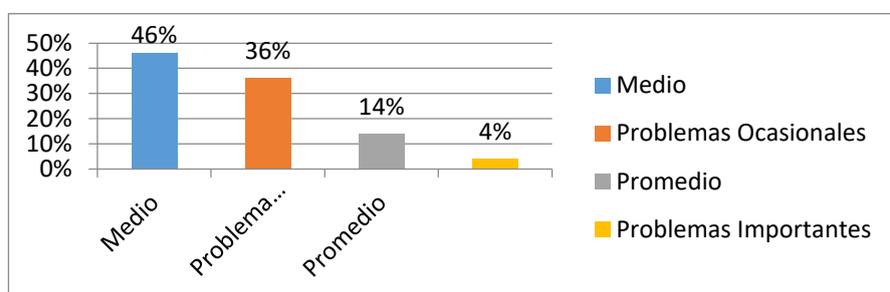


Fuente: Elaboración propia.

**Figura No. 3 Programa de Economía**

La gráfica 3 muestra los resultados obtenidos al encuestar a alumnas del programa académico de Economía y éstos fueron los porcentajes obtenidos, en la categoría “Medio” el porcentaje del 60% es decir la mayor parte de la muestra encuestada se encuentra en un punto alentador indicando que no sufren adicción y que el uso que le dan a Internet es favorable además que no les causa problemas en su entorno social y en la estabilidad emocional. En la categoría “Problemas Ocasiones...” se registró que el 28% presenta esporádicamente conflictos con el uso que le dan a internet, es decir ocasionalmente tiene problemas para controlar el tiempo que pasan frente al navegador o las redes sociales y con ello

consiguiendo diversos contratiempos. Por último tenemos que el 12% representa la categoría de “Promedio” son aquellas alumnas que tiene el acceso a Internet pero lo usan con prudencia, tienen claras las ventajas y desventaja de manejar una red de esta magnitud. Y como dato final podemos darnos cuenta que en el programa académico de Economía no existen “Problemas Importantes” respecto a la posible adicción de sus estudiantes.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura No. 4 Programa de Sistemas Computacionales**

La gráfica 4 muestra los resultados obtenidos al realizar una encuesta a las alumnas del programa académico de Sistemas Computacionales, los porcentajes que se obtuvieron fueron los siguientes, la categoría “Medio” tuvo un porcentaje de 46% lo que indica que gran parte de la muestra encuestada se mantiene al margen y se descarta por completo que puedan tener algún tipo de adicción a internet, sus comportamientos fueron normales y se descarta cualquier tipo de anomalía emocional, en segundo lugar con 36% la categoría “Problemas Ocasionales” la cual nos indica que de vez en cuando se presenta una que otra singularidad en el comportamiento de las alumnas, pero sin llegar a un tipo de desorden mental. En tercer lugar se encuentra la categoría “Promedio” con 14% es decir que muestran pocas señales de apego, los niveles son muy bajos y dejan de ser alarmantes. En la categoría “Problemas Importantes” el porcentaje resultó ser el más alto de toda la muestra con el 4% de alumnas con situaciones serias a las cuales se les debería prestar cierta atención y pedir ayuda psicológica debido a que los cambios que presentan han ocasionado desajustes en su vidas diarias.

## 5 Conclusiones y trabajos a futuros

Demostrado ya que en sociedades sanas y productivas, se garantizan los Derechos Humanos de las mujeres, desde el acceso al trabajo equitativo, salario digno, educación de nivel y salud de calidad, así como vivienda digna, garantizando en todo momento la seguridad humana. Sin embargo, en base a los resultados obtenidos algunas mujeres del siglo XXI están encontrando refugio para todo tipo de frustración en el uso de las tecnologías, siendo en ocasiones este un tanto cuanto desmedido, quedando expuestas además a los riesgos que implica el propio uso de la tecnología como se puede observar en los resultados de la investigación realizada en la unidad académica de economía de la Universidad Autónoma de Nayarit.

Queda claro en un sentido, que algunas mujeres pretenden transformar la realidad genérica reclamando una colaboración bilateral entre hombres y mujeres en el camino del desarrollo porque, por un lado, para dar solución a los problemas de las mujeres es necesario tener en cuenta que, como señala Sarah White (1994), los hombres son parte del problema y, por otro lado, la exclusión de los hombres de las acciones de desarrollo puede crear un clima de hostilidad y, como señalan Chant y Gutman (2000; tomado de Jiménez, 2016), una sobrecarga de trabajo añadido para las mujeres. Esta sobrecarga de trabajo puede tener una implicación directa sobre la adicción de las mujeres al internet y el uso en general de la tecnología. Es importante no generalizar estos hechos, sin embargo, es posible que el aislamiento, el estrés, la sobre carga de trabajo puedan ser factor de condicionamiento para el refugio en el uso de la tecnología como medida de escape. Los resultados aún no dejan ver con claridad dicho fenómeno, pero se piensa que en trabajos futuros podremos aclarar dicha cuestión.

Más allá de pretender generar una alarma sobre desordenes ya sea emocionales, de trabajo, de familia, etc., es necesario generar conciencia que el uso desmedido de la tecnología, puede ser un detonante sobre otros problemas más graves, queda el análisis en cada uno de los lectores del presente documento, y también queda la asignatura pendiente de “que debemos hacer para controlar el uso de la tecnología”, y que esto no se convierta en un problema grave posteriormente.

## Referencias

- [1] Boletín de Prensa Núm. 131/16. INEGI 2015. Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y uso de Tecnologías de la Información en los hogares 2015. Pp 14-15.
- [2] Jiménez Almirante, Libertad (2016). La lucha contra el androcentrismo en el desarrollo socioeconómico: La agenda internacional de las mujeres. Revista Interdisciplinaria de estudio de género. Pp 151.
- [3] Mujeres y hombres en México (2015). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Nupcialidad, hogares y vivienda. Pp. 110.
- [4] Mujeres sin violencia. El valor del trabajo no remunerado en los hogares en México. Publicado 10 de enero de 2017.
- [5] Muñoz-Rivas, M.J., Navarro Perales E. y Ortega de Pablo, N. (2003). Patrones de uso de Internet en población universitaria española.
- [6] Periódico Oficial. Órgano del Gobierno del estado de Nayarit. (2012). Plan Estatal de Desarrollo de Nayarit 2011-2017. 19 de marzo de 2012. Pp. 53-54
- [7] Robinson, Scott S. (2005). Reflexiones sobre la inclusión digital. Nueva Sociedad, nº195 (enero-febrero), 2005, ejemplar dedicado a: Gobierno electrónico y democracia, p. 126-140, disponible en línea en (Consultado 15-08-2018).
- [8] White, Sarah (1994), “Making men an issue: gender planning for ‘the other half’”, en Mandy Macdonald (ed.), Gender Planning in Development Agencies. Meeting the Challenge. Oxford, Oxfam, pp. 98- 110.
- [9] Young, K. S. (1996). Internet addiction: The emergence of a new clinical disorder. Artículo presentado en la 104th annual meeting of the American Psychological Association, August 11, 1996. Toronto, Canadá.

*Anexo 1.-El siguiente test es una medida confiable y válida sobre el uso adictivo de Internet, desarrollado por la Dra. Kimberly Young. Utilice la escala del 1 al 5, donde 1 es menos frecuente.*

¿Con qué frecuencia te quedas en línea más de lo previsto?
¿Con qué frecuencia descuidas las tareas del hogar para pasar más tiempo on-line?
¿Con qué frecuencia prefieres la emoción de Internet a la intimidad con tu pareja?
¿Con qué frecuencia usted forma nuevas relaciones con otros usuarios en línea?
¿Con qué frecuencia los demás en su vida se quejan con usted acerca de la cantidad de tiempo que pasa en línea?
¿Con qué frecuencia sus calificaciones o el trabajo escolar sufren debido a la cantidad de tiempo que pasa en línea?
¿Con qué frecuencia revisas tus redes sociales (Facebook, twitter, etc.) anteponiéndolas a cualquier otra cosa que tengas que hacer?
¿Con qué frecuencia su rendimiento en el trabajo o la productividad sufren a causa de la Internet?
¿Se vuelve precavido o reservado cuando alguien le pregunta en que dedica el tiempo que pasa navegando?
¿Con qué frecuencia bloqueas pensamientos perturbadores de tu vida con pensamientos alentadores relacionados con Internet?
¿Con qué frecuencia te encuentras anticipándote pensando en cuándo estarás de nuevo conectad@?
¿Con qué frecuencia tienes miedo al pensar que la vida sin Internet sería aburrida, vacía y triste?
¿Con qué frecuencia gritas o te molestas si alguien te interrumpe mientras estás en línea?
¿Con qué frecuencia pierdes horas de sueño y descanso debido a conexiones de madrugada?
¿Con qué frecuencia te sientes preocupad@ por Internet cuando no estás conectad@, o fantaseas con estarlo?
¿Con qué frecuencia te encuentras diciendo “solo unos minutos más” cuando estás en línea?
¿Con qué frecuencia tratas de reducir la cantidad de tiempo que pasas en línea y fracasas?
¿Con qué frecuencia tratas de ocultar cuánto tiempo has estado en línea?
¿Con qué frecuencia decides pasar más tiempo en línea en lugar de salir con otras personas?
¿Con qué frecuencia sientes mal humor, nerviosismo o depresión cuando estás desconectad@, y esa sensación desaparece una vez que has vuelto a conectarte?

# **XI. Esteganografía**

# Comparación de Enfoque Tradicional a Enfoque por Competencias Utilizando Aprendizaje Basado En Proyectos en los Alumnos de Nivel Superior

Janette Araceli Castellanos Barajas<sup>1</sup>, Noé Ortega Sánchez<sup>2</sup>, Sara Esquivel Torres<sup>3</sup>, María Elena Romero Gastelú<sup>4</sup>, Abelardo Gómez Andrade<sup>5</sup>

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI), Av. Revolución 1500, Guadalajara, Jalisco, 44430. México

<sup>1</sup>janette.castellanos, <sup>2</sup>noe.ortega, <sup>3</sup>sara.ettorres, <sup>4</sup>elena.romero, <sup>5</sup>abelardo.gandrade@academicos.udg.mx

**Abstract.** The objective of this work is to show the results of the experiments carried out with students of two groups, the Computer Science career for teaching the subject of Data Structure. Measuring the effectiveness of two applied methodologies, the traditional against Project Based Learning - ABP. To monitor the courses, instruments were designed, such as rubrics and evidence portfolios, which allowed to evaluate both groups, being the ABP methodology the one that obtained the best results.

**Keywords:** Project-Based Learning, Portfolio of Evidence, Qualitative, Quantitative, Rubric, School by Competence Teaching, Traditional School.

**Resumen** El presente trabajo tiene por objetivo mostrar los resultados de los experimentos llevados a cabo con alumnos de dos grupos de la carrera de Informática para la enseñanza de la asignatura de Estructura de Datos. Midiendo la eficacia de dos metodologías aplicadas, la tradicional contra el Aprendizaje Basado en Proyectos - ABP. Para monitorear los cursos se diseñaron instrumentos, como rúbricas y portafolios de evidencias, que permitieron evaluar ambos grupos, siendo la metodología ABP la que obtuvo los mejores resultados.

**Palabras clave:** Aprendizaje Basado en Proyectos, Cualitativo, Cuantitativo, Enseñanza, Escuela por Competencias, Escuela tradicional, Portafolio de Evidencias, Rúbrica.

## 1 Introducción

### 1.1 Planteamiento del problema.

En la actualidad la educación en México ha ido evolucionando a raíz de las instituciones y la sociedad; dando evidencia que en el estado de Jalisco existe una deficiencia en este rubro y esto obliga a los docentes a prepararse. Con respecto a los programas de estudio el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 describe la necesidad de: “actualizar los programas de estudio, sus contenidos, materiales y métodos para elevar su pertinencia y relevancia en el desarrollo integral de los estudiantes y fomentar en estos el desarrollo de valores, habilidades y competencias para mejorar su productividad y competencia al insertarse en la vida económica” [1].

Actualmente en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, el plan de estudios de la carrera de la licenciatura de ingeniería en informática se ha enfocado en la escuela tradicional se fundamenta en la consideración de que la mejor forma de preparar al estudiante para la vida es formar su inteligencia, sus posibilidades de atención y de esfuerzo, en septiembre del 2013 se realizó un cambio en el plan de estudios y programas de las asignaturas a un enfoque por competencias, con la finalidad de formar ciudadanos, con capacidades tanto intelectuales como sociales y motoras que puedan integrarse de forma activa y productiva a la sociedad [2].

Con este modelo educativo basado en competencias se pretende lograr un mejor aprendizaje en el alumnado de la asignatura de Seminario de solución de problemas de Estructura de Datos I con clave I5887. Por tanto, esta investigación se centró en conocer por medio de rubricas y un portafolio electrónico, si el alumnado adquirió un aprendizaje significativo en comparación con el aprendizaje tradicional, para la asignatura antes mencionada.

Entre las opciones metodológicas destinadas a mejorar este curso se destacó el aprendizaje basado en proyectos, cuyas características y alcances han motivado este estudio. Es así como su incorporación en la asignatura nombrada anteriormente podría lograr un impacto positivo en los estudiantes, facilitando el logro de las competencias por lo que surge la siguiente interrogante: ¿Mediante el aprendizaje basado en proyectos es posible incrementar el aprendizaje significativo de los alumnos de la asignatura de Seminario de Solución de Problemas de Estructura de Datos I del CUCEI e impactar de manera favorable en su desarrollo integral en comparación a los modelos tradicionales?

## 1.2 Objetivo

El objetivo particular de la presente investigación fue indagar en el conocimiento adquirido por los alumnos de la asignatura de Estructuras de Datos, en dos grupos uno con enseñanza tradicional y otro con el nuevo enfoque basado en competencias utilizando el aprendizaje basado en proyectos (ABP).

## 2 Estado del arte

Desde hace varias décadas, han estado en cuestionamiento las metodologías tradicionales utilizadas para alcanzar los aprendizajes de los estudiantes, basada principalmente en clases expositivas para lograr tales habilidades [3]. Fuentes [4], [5] investigó sobre evaluar el efecto generado en los rendimientos académicos y satisfacción de alumnos al aplicar metodología ABP en estudiantes de 3er año, en el módulo Columna Vertebral de la Asignatura Introducción al Radiodiagnóstico, comparando los resultados con una cohorte previa con docencia tradicional.

El estudiante será responsable de su propio aprendizaje llevando a cabo un proceso de toma decisiones, eligiendo recursos y técnicas para aplicar, rompiendo el molde tradicional de la enseñanza, como lo señala [6] “Maestro” es el que posee un Arte o una Ciencia, es capaz de enseñar uno y otro “Facilitador o Guía” persona que muestra el camino para que el estudiante lo recorra y encuentre sus propias lecciones. Algo como aprender a aprender, muy acorde a los tiempos actuales.

*La escuela o educación tradicional* se fundamenta en la teoría escolástica, se concibe como un modelo de enseñanza basado en la explicación del maestro. [7], [8] *Métodos de evaluación e instrumentos de medición de indicadores de escuela tradicional*. La evaluación sumativa es una “simple asignación numérica de una calificación, únicamente ha servido para despertar en las y los alumnos un sentimiento de competitividad y sumisión, lo que da lugar a una evaluación de premios y castigos que terminan en escalas de éxito y fracaso” [9].

*Instrumentos para evaluar las competencias*. Algunos de los instrumentos para evaluar por competencias son las evidencias (secuencias didácticas). ¿Cuándo evaluar proceso? Cuando la tarea debe realizarse con una secuencia pre-establecida de pasos. Cuando es importante comprobar el uso correcto de herramientas y equipos. El tiempo en que se realiza el proceso es variable crítica. Se incluyen aspectos de seguridad.

*Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)*, puede utilizarse como una estrategia más dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje, aunque también es posible aplicarlo en una asignatura durante todo el curso académico o, incluso, puede planificarse el currículum de una titulación en torno a esta metodología.

*Escuela por competencias*. La educación basada en competencias [10] se centra en las necesidades, estilos de aprendizaje y potencialidades individuales para que el alumno llegue a manejar con maestría las destrezas señaladas por la industria.

En la siguiente tabla se resumen las principales características de las escuelas por competencias.

<b>Rol del Maestro</b>	Persona creíble, Mediador intercultural, Animador de una comunidad educativa, Garante de la Ley, Organizador de una vida democrática, Conductor cultural, Intelectual, Genera contextos de aprendizaje, Estimula y acepta la autonomía y la iniciativa de los estudiantes. Utiliza una gran diversidad de materiales manipulativos e interactivos además de, datos y fuentes primarias. Es flexible en el diseño de la clase, permite que los intereses y las respuestas de los alumnos orienten el rumbo de las sesiones, determinen las estrategias de enseñanza y alteren el contenido. Averigua cómo han comprendido sus alumnos los conceptos antes de compartir con ellos su propia comprensión de los mismos. Utiliza terminología cognitiva como: "clasifica", "analiza", "predice", "crea". Estimula a
------------------------	---

	los alumnos a entrar en diálogo tanto con el maestro como entre ellos y a trabajar colaborativamente. Promueve el aprendizaje por medio de preguntas inteligentes y abiertas y anima a los estudiantes a que se pregunten entre ellos. Busca que los alumnos elaboren sus respuestas iniciales.
<b>Rol del Alumno</b>	Activo, Se expresa y se comunica, Piensa crítica y reflexivamente, Aprende de forma autónoma, Trabaja en forma colaborativa, Es responsable de su aprendizaje, Saber resolver problemas, Es capaz de auto dirigirse, auto-evaluarse y auto-monitorearse. Tiene habilidades de autoaprendizaje que le permitan aprender para toda la vida. Sabe resolver problemas. Es empático, flexible, creativo y responsable.

**Tabla 4.** Ventajas y Desventajas de la escuela por competencias. Fuente: Argudín.

Los estudios de [3] aplicados al modelo de ABP a la signatura de Tecnología Industrial I en el primer curso de bachillerato con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos, favorece el proceso de enseñanza y aprendizaje. Mostrando resultados favorables a los objetivos planteados. Por otro lado, [11] en el artículo “El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería”, han aplicado el modelo en la carrera de ingeniería electromecánica en últimos semestres demostrando así, que el modelo ayuda a corregir las falencias de aprendizaje y aumentar las habilidades de los alumnos.

Aunque existen en la literatura diversas formas de implementar el modelo ABP, y otras investigaciones, para la asignatura de Estructuras de Datos no se han realizado estudios comparativos con las dos metodologías, motivo por el cual se generó el interés de desarrollar nuestra propia investigación aprovechando la convergencia de alumnos que se encontraban unos en la metodología tradicional y otros en competencias con enfoque ABP.

### 2.1. Hipótesis (de acuerdo al enfoque de la investigación)

La nueva reforma educativa del plan de estudios de la licenciatura de Ingeniería en Informática basada en competencias en la asignatura de Seminario de solución de problemas de Estructura de Datos I del CUCEI impacta de manera favorable en el desarrollo del aprendizaje de los alumnos que el plan actual basado en un enfoque tradicional.

En la asignatura de Seminario de solución de problemas de Estructuras de Datos I se seguía un modelo tradicional de enseñanza, impartiendo la información a través de clases magistrales. Entre las opciones metodológicas destinadas a tales propósitos se ha destacado el aprendizaje basado en proyectos, cuyas características y alcances han motivado el presente estudio. Es así como su incorporación en la asignatura nombrada anteriormente podría lograr un impacto positivo en los estudiantes, facilitando el logro de las competencias por lo que surge la siguiente hipótesis.

Mediante el aprendizaje basado en proyectos es posible incrementar el aprendizaje significativo de los alumnos de la asignatura de Seminario de solución de problemas de Estructura de Datos I del CUCEI e impactar de manera favorable en su desarrollo integral en comparación a los modelos tradicionales.

## 3 Métodos

Aprovechando la transición de la reforma curricular para el programa de Licenciatura en Informática, se pudieron monitorear dos grupos uno donde el curso se impartió con el nombre de Taller de Estructura de Datos I con clave CC203 con un enfoque tradicional y el otro grupo recibió el curso con el nombre de Seminario de Solución de Problemas de Estructura de Datos I con clave I5887. Esto con la intención de contrastar el aprendizaje de los alumnos en ambos grupos y verificar si existe mejora en el aprendizaje con el cambio de metodología.

Este estudio se enmarca en una investigación descriptiva, se concibe como estudio descriptivo el que busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis [12]. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. Al inicio se concibe como estudio exploratorio con el objetivo de examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, el alcance final será de tipo comparado [13] cuyo propósito fundamental es comparar si existe mejora en el aprendizaje de los alumnos con el cambio de perspectiva siguiendo el criterio de complementariedad, combinado la metodología de tradición cuantitativa y cualitativa [14].

La idea principal es combinar dichos enfoques donde se involucren ambas formas de obtención y análisis de datos en un mismo estudio [15] para recuperar información tanto cuantitativa como cualitativa.

### 3.1 Proceso

Para poder investigar lo que sucede con ambas metodologías la tradicional y el ABP, se procedió a diseñar un Proceso que consta de ocho pasos, los cuales se aplicaron simultáneamente a ambos grupos el CC203 y el I5889, durante el ciclo escolar 2015, cada grupo consta de 20 alumnos:

1. Diseño de rúbricas.
2. Diseño de portafolios de evidencias, se recomienda utilizar una herramienta de Ambiente de Aprendizaje Virtual – AVA
3. Impartir los cursos, durante el ciclo 2015A.
4. Recabar la información.
5. Analizar la información.
6. Interpretar los datos obtenidos.
7. Graficar los resultados.
8. Proponer las mejoras al curso.

### 3.2 Rúbricas

Ambas rúbricas se realizaron tomando en cuenta los siguientes elementos la clave de la asignatura, el nombre de la asignatura, el nombre del profesor, el nombre del alumno, el ciclo escolar, los temas propuestos en el plan de estudios, nombre de la actividad, métodos y técnicas de enseñanza, las horas clase de cada entregable, el software que se utilizara, entre otros. La rúbrica se utiliza para comprobar si el nivel de aprendizaje es más alto empleando competencias o por la escuela tradicional. Fue evaluado con la tabla que da evidencia de ello, en la cual se establecen todos los entregables propuestos durante todo el semestre, los cuales tienen que ser entregados cumpliendo todos los puntos a cubrir y se encuentran sujetos a un tiempo determinado establecido por entregable y declarada la fecha en la agenda del sistema; cada trabajo puede ser calificado con uno de los siguientes cinco criterios: Excelente, Bueno, Regular, Insuficiente, y No Entrego.

Criterio	Descripción
<i>Excelente</i>	Siempre relaciona sus conocimientos previos, construye y reflexiona su proceso de aprendizaje. El alumno está totalmente involucrado en el proceso de aprendizaje, el desempeño del alumno es el adecuado, ya que cumple con los ocho métodos y la clase de objetos que se solicita en cada entregable sin ningún error y funcionando correctamente el programa
<i>No Entrego</i>	Se refiere a que el alumno no está involucrado en el proceso de aprendizaje por lo que se tiene un desempeño inadecuado y ni siquiera hace el intento de realizar en el entregable propuesto de cada tema.

**Tabla 2.** Descripción del criterio Excelente y No Entregó del portafolio de evidencias.

El área para registrar la evaluación de cada producto del alumno es llenada por el profesor, reportando los avances o deficiencias de cada uno de ellos. De esta forma se gana en objetividad y, sobre todo, se incluye un aspecto que es importante en la evaluación y que tiene que ver con proporcionar la información suficiente o retroalimentar para que el alumno sepa qué puede hacer para avanzar en su proceso.

Fig. 1. Vista de un ejemplo de una rúbrica.

### 3.3 Portafolio de evidencias

La siguiente tabla ejemplifica uno de los portafolios electrónicos que se utilizaron en el transcurso del semestre 2015A, para lo cual se utilizó una plataforma de Ambiente de Aprendizaje Virtual – AVA, para esta investigación se usó Moodle.

Portafolio electrónico del grupo con un enfoque por competencias. Usuario - Rodríguez Silva Juan Francisco				
Ítem de calificación	Calificación	Rango	Porcentaje	Retroalimentación
I5887 - SEMINARIO DE SOLUCION DE PROBLEMAS DE ESTRUCTURAS DE DATOS I - D04				
Primer Entregable				
Actividad 4. Investigación de Listas, Pilas				
<b>Total del curso</b>	<b>0 %</b>	<b>0,00–100,00</b>	<b>0 %</b>	

[Moodle Docs. para esta página](#)

Usted se ha autenticado como [Castellanos Janette Araceli \(Safir\)](#). I5887/D04

Tabla 3. Segmento de un ejemplo de portafolio digital de evidencias para competencias

### 3.4 Aplicando el ABP

En la metodología del ABP se da importancia a la adquisición de competencias y habilidades de los alumnos, que definirán, la estructura del proyecto en el que trabajarán.

Fecha	Descripción	Contenido
16 – 22 Ene	INFORMACION DEL PROYECTO	En este espacio encontrarás toda la información que te permitirá desarrollar el proyecto del Seminario de Solución de Problemas de Estructura de Datos I
	Descripción del Proyecto	En la primera sesión se analizará el proyecto que se realizara en el semestre, se aclararan las dudas que surjan.
23 – 29 Ene	MENU DEL PROYECTO	Entregará un impreso con el diseño del menú y las interfaces que utilizará para todo el proyecto, incluirá una redacción que describa cada interfaz, menú y opción de menú con el comportamiento esperado.
	Primer entregable	En la semana 1 el alumno diseñará un menú de acuerdo a la abstracción del proyecto definido, entregando un impreso con dicho diseño.
20 – 26 Feb	IMPLEMENTACIÓN DE OPERACIÓN DE TDA II	Entregará un archivo digital con el código fuente que contenga las operaciones: eliminación, búsqueda, y anulación para el TDA/Clase dedicado a la lista de canciones.
24 – 30 Abr	INTEGRACION DEL PROYECTO	En la semana 11 se entregará un reporte de los valores utilizados como entrada y los resultados obtenidos de cada opción a través de impresiones de pantalla y un texto descriptivo de lo ocurrido para cada caso.

Tabla 4. Segmento de un ejemplo de una estructura para proyecto ABP de Estructura de Datos

## 4 Resultados Experimentales

La población que tiene por objetivo la investigación estuvo conformada por el grupo de la asignatura Taller de Estructura de Datos (enfoque tradicional) y del Seminario de Solución de Problemas de Estructura de Datos I (enfoque por competencias) cada uno con un total de 20 alumnos durante el semestre 2015-A. En la figura 2, se muestra la población de alumnos que fueron evaluados con el portafolio electrónico y la rúbrica para demostrar la validez de los datos respecto a los aspectos que se consideraron en el diseño de los instrumentos. Los datos referidos al género de los 40 alumnos de ambos grupos muestran que el 12.5% corresponden al sexo femenino y el 87.5% corresponden al sexo masculino, lo que indica que hay una mayor proporción de hombres, en los grupos actuales se sigue manifestando este mismo fenómeno, la edad predominante fue de 19 años.

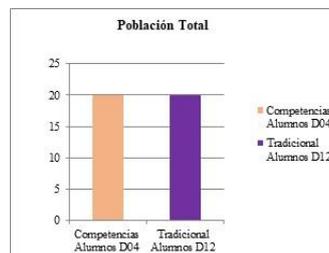


Fig. 2. Porcentaje de alumno, con respecto a la población total.

Para poder apreciar el *resultado general* obtenido de cada grupo, se anexa, la figura 3 en el cual se reporta el puntaje total obtenido de la sumatoria de los promedios de cada alumno, observando si existe mejora en el aprendizaje de los alumnos con el plan basado en un enfoque por competencias en comparación con el de los alumnos en el plan basado en un enfoque tradicional. En la figura 4 y 5 se puede apreciar tanto para las *rúbricas* como para los *portafolios* y de acuerdo, a los resultados de la observación y comparando los dos grupos, cabe resaltar que en el grupo de la asignatura basado en un enfoque por competencias se refleja el esfuerzo que realizaron los alumnos para cumplir con la implementación de cada entregable cumpliendo con los requisitos propuestos en cada uno de ellos.

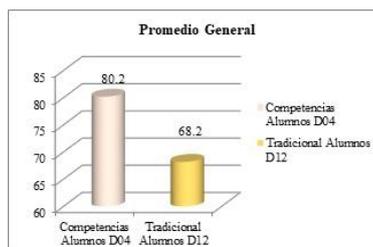


Fig. 3. Promedio general de los grupos evaluados.

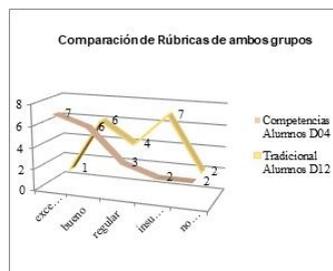


Fig. 4. Comparación de rúbricas de ambos grupos.

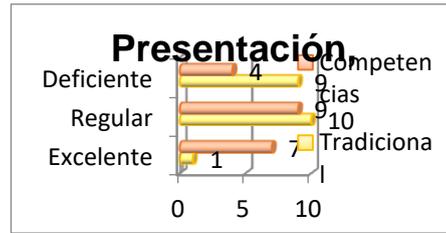


Figura 5. Presentación, Evidencias y Entrega en el Portafolio electrónico competencias y tradicional

#### 4.2 Propuesta de mejora para la asignatura

La propuesta para mejorar la impartición de las asignaturas en TIC's consta de 4 pasos:

Paso	Descripción
Interacción entre profesor y alumno	Para fomentar y planear actividades en las que se solicite la participación en equipos.
La organización	Con la finalidad de mantener un orden en los entregables planeados en el curso, de acuerdo al cronograma del proyecto, informar a los alumnos de posibles ajustes y con ello, puede evitarse que pierdan actividades a realizar, se promueve la responsabilidad en los alumnos, dar más tiempo a los temas complejos
Retroalimentación de entregables	Es importante darle a conocer al alumno el estado de las actividades enviadas por su parte, de manera que sirva para reflexionar al respecto, saber la evaluación y en el caso pertinente hacer correcciones o mejoras
Evaluación continua	Se debe asegurar la manera de mantener informado al alumno sobre su avance en el curso y se puede conseguir cuando el profesor de forma responsable evalúa continuamente

Tabla 4. Propuesta en 4 pasos para mejorar la impartición de una asignatura usando ABP

### 5 Conclusiones e Investigación Futura

En la presente investigación se observó que el rendimiento cognitivo de ambos grupos presentó diferencias significativas respecto a la evaluación obtenida en cuanto a resultados generales y específicos del contenido. Los alumnos del grupo con ABP obtuvieron mejores resultados que los del grupo basado en un enfoque tradicional. Los alumnos del grupo ABP se mostraron más activos, tienen disposición e interés por el aprendizaje, trabajan en equipo, mientras que los alumnos del enfoque tradicional son pasivos, irreflexivos, no muestran interés, es más difícil que trabajen en equipo.

Sin duda la incorporación de la metodología aprendizaje basado en proyectos en la asignatura de Seminario de solución de problemas de Estructura de Datos I, fomento en los estudiantes el responsabilizarse en su propia construcción del conocimiento.

Haber participado en este experimento ha sido muy satisfactorio puesto que de una manera práctica hemos comprobado como el ABP es una metodología adecuada para trabajar con los alumnos que se están formando en TIC's.

### Referencias

- [1] SEP, "No Title," *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*.
- [2] H. Garcia-Molina, *Database systems: the complete book*. Pearson Education India, 2008.
- [3] E. Giménez-Guijarro, "Metodología basada en proyectos, aplicación en la asignatura de tecnología de 1º de bachillerato," 2016.
- [4] F. Vasconcello, V. Domingo, and others, "Estudio comparativo de metodologías ABP y tradicional en módulo de enseñanza," Universidad de Concepción. Facultad de Medicina. Departamento de Educación Médica, 2012.
- [5] V. Ausin, V. Abella, V. Delgado, and D. Hortiguëla, "Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC: Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias," *Form. Univ.*, vol. 9, no. 3, pp. 31–38, 2016.
- [6] S. Rodriguez, "Obras completas [Dos vols.]," *Caracas Univ. Simón Rodríguez. Doss.*, 1975.
- [7] J. A. Comenio, "Didáctica magna. 8ª." Edición, México: Editorial Porrúa, 1998.

- [8] J. A. Comenius, *Didáctica magna*, vol. 133. Ediciones Akal, 1986.
- [9] R. Zenón, "No Title," *Evaluación Educativa*, 2009. .
- [10] J. L. Holland, *The psychology of vocational choice*. 1966.
- [11] F. H. Fernández and J. E. Duarte, "El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería," *Form. Univ.*, vol. 6, no. 5, pp. 29–38, 2013.
- [12] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and P. Baptista Lucio, "Metodología de la investigación," 2010.
- [13] A. SANVISENS, "El enfoque Sistémico en la Metodología Educativa," *LaEducación como Sist. A Reforma Cual. la Educ. Madrid CSIC. Soc. Española Pedagog. Inst. San José Calasanz*, pag, pp. 245–275, 1973.
- [14] J. Arnal, D. Del Rincón, and A. Latorre, *Investigación educativa: fundamentos y metodologías*. Labor Barcelona, 1994.
- [15] J. W. Creswell and V. L. P. Clark, *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications, 2017.

# Hacia el desarrollo de tiflotecnología con software libre como apoyo a la enseñanza de geometría.

Jorge Ríos Martínez<sup>1</sup>, Miguel Delgado Cab<sup>2</sup>, Arturo Aguilar Solís<sup>1</sup>, Francisco Madera Ramírez<sup>1</sup>,  
Guadalupe Ordaz Arjona<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Matemáticas, UADY, Anillo Periférico Norte, Tablaje Cat. 13615, Colonia Chuburná Hidalgo Inn, Mérida, Yucatán  
jorge.rios@correo.uady.mx, artrune7@gmail.com, mramirez@correo.uady.mx, oarjona@correo.uady.mx

<sup>2</sup> KsquareLabs México, Calle 10 #307, Col. Montebello, 97113, Mérida, Yucatán  
mdelga.ac@gmail.com

**Resumen.** La tiflotecnología, conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a las personas con ceguera o deficiencia visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología puede emplearse en el campo de la enseñanza de la geometría. Este trabajo presenta un par de prototipos de aplicaciones que se desarrollaron para trabajar con niños ciegos usando herramientas de software libre como OpenCV y AppInventor. Ambas aplicaciones fueron piloteadas con éxito por alumnos ciegos de un Centro de Atención Múltiple en Mérida, Yucatán.

**Palabras clave:** Tiflotecnología, Visión Computacional, Cómputo Móvil, Interacción Humano-Computadora.

**Abstract.** Tiflotechnology a set of techniques, knowledge and resources focused on provide to the blind and visually deficient people the opportune means for the correct use of technology, can also be applied in the field of geometry teaching. This work presents a pair of prototypes developed to work with blind children by using open source tools like OpenCV and AppInventor. Both applications were tested with success by blind students in a Multiple Attention Center in Mérida, Yucatán.

**Keywords:** Tiflotechnology, Computer Vision, Mobile Computing, Human-Computer Interaction.

## 1 Introducción

El funcionamiento visual se clasifica en cuatro categorías principales: visión normal, discapacidad visual moderada, discapacidad visual grave y ceguera. La discapacidad visual moderada y la discapacidad visual grave se reagrupan comúnmente bajo el término baja visión (deficiencia visual o debilidad visual) y la baja visión y la ceguera representan conjuntamente el total de casos de discapacidad visual; cada una de ellas categorizadas según el grado de visión, considerando la agudeza visual y el campo visual. En el caso de la ceguera, no se recibe información visual alguna, por lo que los médicos las diagnostican como NPL (no percepción de la luz). Según datos del INEGI un 4% de la población mexicana presenta un tipo de discapacidad y la visual es la segunda con más casos. De los mismos datos se observa que la población infantil no es la más afectada, sin embargo, a la luz de los cambios efectuados en las reformas educativas las cuales pugnan por una educación igual para todos los niños, de manera natural aparece la cuestión de ¿qué herramientas están disponibles para educar a los estudiantes con ceguera? En particular en este trabajo el interés estaba puesto en experimentar con herramientas de software que apoyaran a los docentes de nivel primaria en la enseñanza de la geometría a estudiantes ciegos.

De la revisión del estado del arte apareció un término que refleja claramente el interés de desarrollar y usar tecnología para apoyar a personas con discapacidad visual, la **tiflotecnología**. Este término se define en el diccionario de la Real Academia Española como “*Estudio de la adaptación de procedimientos y técnicas para su utilización por los ciegos*”. Una definición más amplia es la adoptada por la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), “*la Tiflotecnología es el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a las personas con ceguera o deficiencia visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología*”. Entre las herramientas más usuales en el contexto antes

mencionado se encuentran: lectores de pantalla, magnificadores de pantalla, teclados braille, impresoras braille, reconocedores ópticos de caracteres y conversores de texto a voz o braille. Por otro lado, existen ya muchas herramientas de software libre que posibilitan la creación de programas informáticos que atiendan las necesidades de EDV, por ejemplo, las bibliotecas de visión computacional conocida como OpenCV<sup>4</sup> y la biblioteca de desarrollo de aplicaciones móviles desarrollada por el MIT llamada AppInventor<sup>5</sup> que es capaz de incorporar herramientas para trabajar con síntesis de voz como la biblioteca TTS. En este trabajo estudiantes de las carreras de computación y de enseñanza de las matemáticas de la facultad de matemáticas de la UADY colaboraron para desarrollar dos programas de cómputo orientados al apoyo de actividades en el área de geometría aprovechando las bondades de OpenCV y AppInventor. En este artículo se describe la parte computacional del trabajo sin embargo cabe mencionar que el objetivo principal del proyecto es identificar los procesos cognitivos asociados al pensamiento geométrico en niños ciegos del nivel educativo básico primaria, mediante actividades exploratorias relativas al área y perímetro de figuras planas.

En la siguiente sección se describe el estado del arte, después se exponen detalles de las dos herramientas desarrolladas, enseguida se comentan los casos de uso realizados y finalmente se reportan las conclusiones y trabajo futuro.

## 2 Estado del arte

La investigación para ayudar a los estudiantes ciegos y visualmente impedidos (VI) también referida como tiflotecnología está presente en todo el mundo, en campos de la educación, tecnología, medicina, entre otros. En el campo de la educación inclusiva, algunos trabajos se enfocan al software educativo, otros a la elaboración de materiales táctiles o a investigar el aprendizaje de los estudiantes y algunos más en entrenamiento de profesores. En particular en la enseñanza de las matemáticas los esfuerzos se enfocan en los niveles de primaria y secundaria. La idea principal de la tiflotecnología es ayudar a obtener un mejor estilo de vida a estas personas sean o no estudiantes. Bhowmick y Hazarika [1] hicieron una revisión exhaustiva de las publicaciones científicas relacionadas con este campo. Los resultados revelan que antes de 1990 había 50 publicaciones por año, mientras que en el 2014 hubo 400 publicaciones científicas.

Según un estudio de la Organización Mundial de la Salud (2014) [2], existen en todo el planeta aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual. 39 millones de estas son totalmente ciegas; mientras que 246 millones han sido diagnosticados con baja visión.

En [1] se propone un sistema de lectura de expresiones matemáticas denominado i-Math, para ayudar a estudiantes ciegos. Este sistema funciona con un lector de pantalla que produce voz en una computadora; puede leer documentos matemáticos en voz alta. La evaluación de este sistema se realizó con 78 estudiantes ciegos y VI, y 6 maestros. El sistema se aplicó al Lenguaje Tailandés por lo que la conversión de texto implicaba el análisis del alfabeto en dicho lenguaje para luego hacer las uniones y formar sonidos. Para personas ciegas los dispositivos más usados son los lectores de pantalla y los sintetizadores de voz [2]. El uso de web también ha sido una ventaja para ayudar a personas ciegas. EVIN [3] (Visual Stimulation on the Internet) es una plataforma basada en web que proporciona juegos para entrenamiento visual que ha servido para monitorear las capacidades con medidas de desempeño de los niños ciegos o VI. Los juegos disponibles son exploración, expresión facial, percepción espacial, rompecabezas y características prominentes.

Las interfaces tangibles (TUIs) ofrecen una mejor alternativa, ya que han mostrado mejorar el aprendizaje de los niños, enriqueciendo su experiencia, motivación y colaboración. De hecho, Jafri et al. [4] propuso un software basado en TUI para enseñar percepción táctil de formas y conceptos espaciales en pequeña escala. Se utilizó un sistema de seguimiento (con cámaras), objetos geométricos 3D (tangibles), y una aplicación espacial.

LAMBDA (Linear Access to Mathematic for Braille Device and Audio-synthesis) [5] es un sistema basado en codificación lineal y editor integrado que permite la escritura y manipulación de expresiones matemáticas en una forma lineal. En Eslovenia se dio capacitación a maestros para impartir clases en

---

<sup>4</sup> <https://opencv.org/>

<sup>5</sup> <http://appinventor.mit.edu/explore/index-2.html>

escuelas elementales en 2006 usando LAMBDA y poder así observar las mejoras en el aprendizaje de niños ciegos e impedidos visualmente.

En España, Artur Ferreira [6] realizó un Estudio de Caso, contempló una acción de formación en la asignatura de Matemáticas, enseñada de modo informal, a seis alumnos del curso telefonista/recepcionista de la Asociación Promotora de Empleo de (Personas) Discapacitados Visuales (APEDV), durante 30 horas. El resultado fue una propuesta de currículo académico para este tipo de personas con un enfoque incluyente.

En Perú, Patricia Reyes [7] llevó a cabo un estudio dentro de las Tiflo-bibliotecas de 3 instituciones de Quito. Algunas de sus labores medulares consisten en conseguir material y capacitar a los usuarios en el uso del JAWS: un software lector de pantalla patentado por Microsoft, compuesto por un sintetizador de voz robótica, cuya función es verbalizar lo que aparece en el monitor.

En México, en 2015, los autores de [8] realizaron un experimento con 4 estudiantes con discapacidad visual. Durante la implementación se consideraron 2 competencias: de pensamiento crítico y de colaboración. Los resultados permitieron un análisis cualitativo para nuevas propuestas encaminadas a la innovación y la Inclusión Educativa. También se estudió el papel de los docentes; García et al. [9] trabajaron con 15 docentes de CAM (Centros de atención múltiple) y 17 de ER-USAER (Escuelas Regulares con Apoyo de Educación Especial) de tres estados de México, a quienes se aplicó la Guía para la Evaluación de las Prácticas Inclusivas en el Aula (GEPIA). Los resultados muestran que los docentes de ER-USAER trabajan de manera colaborativa mientras que los del CAM prefieren el trabajo independiente.

### 3 Desarrollo de herramientas de tiflotecnología

Después de mirar la literatura se discutió con los profesionales de enseñanza de las matemáticas y se decidió usar la tiflotecnología como un apoyo para el docente y no como la herramienta principal de enseñanza/aprendizaje. Se constató que a pesar de existir elementos de software y hardware orientados a niños ciegos no había una explicación teórica que fuera fundamento para sugerir, dispositivos táctiles, Braille, síntesis de voz o grabación de audio, con respecto a los conceptos geométricos requeridos.

Algunas ideas para el análisis de requisitos fueron tomadas de la metodología propuesta en [11] la cual puede aplicarse a desarrollos de más largo alcance, sobre todo por su enfoque de ingeniería de software. En cuanto al desarrollo, se siguió el modelo de prototipos de software [12] ya que el principal objetivo era diseñar la interfaz con el usuario y obtener retroalimentación que permita en un futuro proponer un sistema que pueda realmente estar en producción. Las etapas seguidas fueron: diseño rápido, construcción del prototipo, evaluación del usuario, refinamiento de los requerimientos de acuerdo a las sugerencias del usuario. Para realizar las herramientas se mantuvo una constante comunicación con los colegas de enseñanza de las matemáticas quienes observaban los resultados tan pronto se tenían listos y emitían retroalimentaciones. Ellos diseñaron las actividades y proporcionaron los reactivos que se trabajaron en cada actividad. El desarrollo de los prototipos estuvo a cargo de los alumnos de Ciencias de la Computación. En la Fig. 1 a) se puede observar la arquitectura de la herramienta para identificar figuras geométricas y en la Fig. 1 b) la arquitectura de la aplicación QR&VOZ. A continuación, se describen los dos prototipos desarrollados, cabe aclarar que en el futuro se espera que las funcionalidades ofrecidas por los prototipos actuales se integren en el mismo sistema.

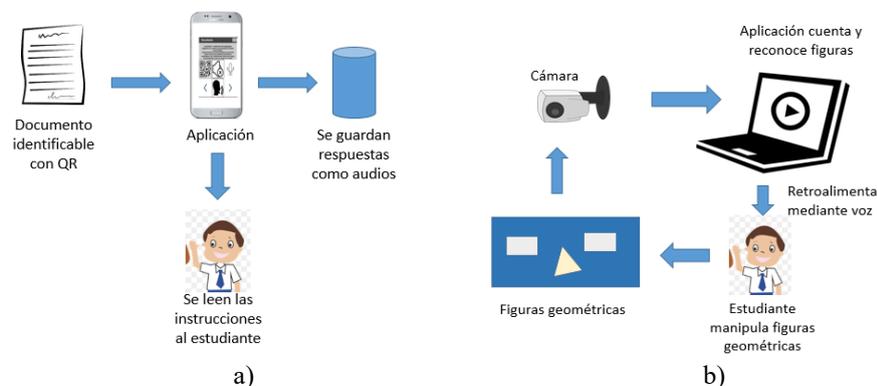


Figura 1. a) Arquitectura QR&VOZ, b) Arquitectura de herramienta para

identificar figuras geométricas

### 3.1 Herramienta para identificar figuras geométricas

Para el desarrollo de esta aplicación se utilizó OpenCV y Python sobre el sistema operativo Ubuntu 16.04. OpenCV (Open Source Computer Vision Library, por sus siglas en inglés), es una biblioteca de código abierto para visión computacional y aprendizaje automático que provee un marco de trabajo de visión artificial fácil de usar permitiendo a los desarrolladores crear aplicaciones de visión computacional rápidamente. El objetivo de la aplicación es identificar las figuras geométricas ubicadas en el campo de visión de la cámara, contarlas y determinar si el inciso se ha completado exitosamente, para esto se hace uso de técnicas de visión computacional para determinar si las figuras que se encuentran en la región de interés son las correctas y posteriormente retroalimentar al estudiante acerca de su respuesta. La retroalimentación se realiza de manera auditiva mediante voces grabadas que informan al estudiante acerca de 1) las figuras que ha puesto en la región de interés y 2) si el inciso ha sido completado correctamente o incorrectamente. Al finalizar la actividad se genera un reporte el cual contiene información del estudiante y sus resultados obtenidos en la prueba de reconocimiento espacial.

#### 3.1.1 Interfaz gráfica

La interfaz gráfica tiene el propósito de capturar los datos del niño evaluado, los cuales serán utilizados posteriormente para generar un reporte detallado con los resultados de la actividad. Los datos a capturar son los siguientes: nombre(s), apellido paterno, apellido materno y grado.

#### 3.1.2 Detección de figuras geométricas

Para la detección de figuras geométricas se siguieron los pasos:

1. Leer imagen y convertir la imagen a escala de grises.
2. Segmentar la imagen.
3. Hallar los contornos de los segmentos.
4. Determinar por el número de bordes si el contorno pertenece a un círculo, rectángulo, triángulo o cuadrado.
5. Comparar si las figuras seleccionadas corresponden a las definidas en el inciso.

Al momento de tener las figuras correctamente colocadas sobre la superficie, se captura la imagen, esta es leída y convertida a escala de grises, es importante tener en cuenta que las figuras de entrada son de color blanco y la superficie utilizada es de color negro, lo cual facilita el siguiente paso, ya que los valores de las figuras son cercanos a 255 y los de la superficie a 0. Existen diferentes técnicas de segmentación [12], el objetivo de estas técnicas es separar las regiones de una imagen de los objetos que queremos analizar (figuras geométricas), en este caso se utilizó un método de umbralización conocido como umbralización global, para aplicar este método se elige un valor umbral  $T$  el cual será constante para toda la imagen, entonces se obtendrá una nueva imagen  $q(x,y)$  de la imagen de entrada  $p(x,y)$  a través de la siguiente fórmula:

$$q(x,y) = \begin{cases} 255, & \text{si } p(x,y) > T \\ 0, & \text{si } p(x,y) \leq T \end{cases} \quad (1)$$

Con la imagen segmentada resulta sencillo obtener el contorno de cada figura. El contorno se podría definir como la transición entre dos niveles de gris (en este caso la transición entre blanco y negro). Existen gran variedad de técnicas, que van desde códigos de cadenas [13] hasta operadores locales basados en aproximaciones discretas de la primera y segunda derivada, como ejemplo de estos últimos tenemos el operador de Prewitt, Sobel, Roberts entre otros.

Se tiene un ambiente controlado (se sabe que únicamente se visualizarán círculos, cuadrados, rectángulos y triángulos en la imagen) para el problema actual por lo que se utilizó el número de bordes como descriptor de la figura y un criterio adicional, la relación de aspecto, en el caso del rectángulo y el cuadrado, ya que ambos tienen 4 bordes. Para calcular el número de bordes de cada contorno primero se calculó la longitud del arco de cada uno para posteriormente aproximar el polígono original con el

algoritmo de Douglas-Peucker descrito en [14], la idea de este último es que una curva se puede aproximar mediante una serie de segmentos de línea, por lo que al final tendremos el número de bordes de cada figura. Finalmente se compararon las figuras detectadas con las figuras definidas por el docente para verificar si la actividad se ha realizado con éxito.

### 3.1.3 Generación de Reporte

El reporte generado es un archivo en formato PDF que contiene los datos del niño evaluado, la fecha y hora de la aplicación, así como el detalle de cada inciso realizado y sus resultados, es decir, las figuras a reconocer, el número de intentos por inciso, las figuras encontradas en cada intento y si el inciso ha sido completado satisfactoriamente.

## 3.2 QR&VOZ, Herramienta de registro de actividad del estudiante

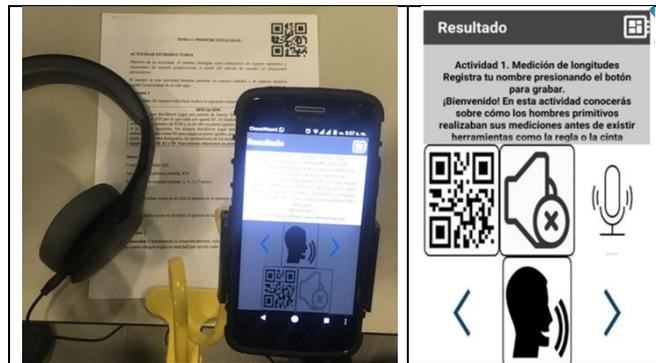


Fig. 2. QR&VOZ, aplicación desarrollada para interactuar con los estudiantes.

Se desarrolló una Aplicación Android Fig. 2 para reproducir las actividades exploratorias para trabajar con estudiantes ciegos. La aplicación fue programada usando un entorno de desarrollo de software abierto llamado AppInventor, desarrollado por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts). Se ejecuta en una tableta electrónica y es capaz de leer el texto de la actividad específica de manera interactiva y de almacenar las respuestas de los estudiantes en formato de audio para su posterior análisis. Las tres partes principales de que consta el software son la lectura de códigos QR, la síntesis de voz y la interacción con el usuario y por último el registro de la voz de los niños respondiendo los reactivos.

### 3.2.1 Lectura de códigos QR

Para que la aplicación pudiera reconocer qué actividad se está trabajando se generó e imprimió un código QR, de esta forma las actividades ya definidas con lecturas y preguntas pueden usarse con estudiantes ciegos. Existe un código QR para cada actividad, el profesor requiere escanear el código para iniciar la actividad. La biblioteca que se utilizó en esta etapa se llama Zxing de la cual se usaron 3 de sus funciones: DoScan(), Result() y AfterScan().

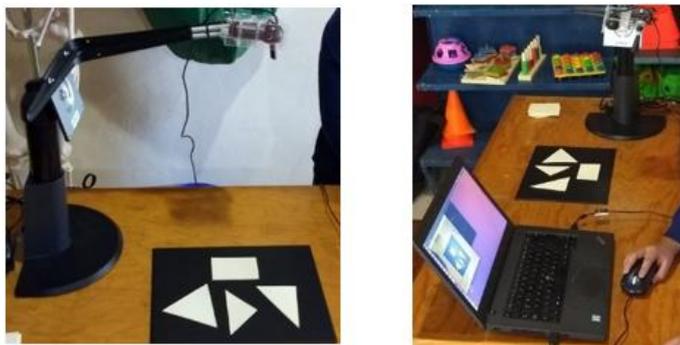
### 3.2.2 Síntesis de voz e interacción

Una vez que se ha identificado la actividad se usa la biblioteca TTS (TextToSpeech) que realiza síntesis de voz, es decir, la producción artificial de voz humana, en particular se hizo uso de la función *Speak(text message)*, la cual “habla” el texto que se le pasa como parámetro. Cabe mencionar que el software JAWS de Microsoft realiza la misma actividad con la diferencia que por tratarse de un software general, no conoce la estructura de la actividad y lee “de corrido” los textos, razón por la cual no fue adecuada para nuestra solución. En esta tarea se enfrentaron algunas complicaciones ya que las actividades tienen una estructura fija, primero se introduce un tema, luego se le hacen preguntas al estudiante y se espera una respuesta verbal la cual se registra usando el botón adecuado, por tanto, se necesitaron varias iteraciones para que la voz artificial sonara lógica y estructurada. En la figura 2, se pueden observar los botones para interactuar con la aplicación, en particular se puede repetir la síntesis de voz, ir al siguiente inciso o al

anterior, escanear un código y grabar una respuesta. Un hecho interesante sucedió en la prueba piloto, los alumnos se confundían con facilidad con los botones a pesar de que estos tienen una retroalimentación auditiva. Una solución fue adecuar unos botones físicos que se adhieren a la pantalla de tal forma que pudieran ayudar al estudiante a ubicarse sobre la tableta.

### 3.2.3 Registro de audios

Este paso resultó muy importante porque la investigación realizada por los colegas de enseñanza de las matemáticas se basa mucho en el análisis de la producción verbal de los estudiantes. Lo que se hizo fue recolectar los datos del estudiante y generar un nombre para cada audio, se registraron dichos audios en la tableta de tal manera que sea fácil recuperar la respuesta emitida para su posterior análisis.



## 4 Aplicación del software desarrollado

**Fig. 3. Escenario de trabajo con la herramienta de reconocimiento de objetos geométricos.**

En total se atendieron cinco niños de nivel primaria con ceguera, con distintos niveles de conocimiento geométrico y de edades entre 6 y 8 años. Cada sesión requería la participación del instructor y el niño por separado. El objetivo de las actividades exploratorias fue la introducción de la noción de área y perímetro de figuras planas en la educación especial primaria. Las actividades se diseñaron con base en las nociones fundamentales para la construcción de la noción del saber matemático de estudio. En el desarrollo de las actividades se usó la aplicación QR&VOZ. En la actividad 3 específicamente se utilizó el software de reconocimiento de figuras geométricas como apoyo para la validación de las respuestas realizadas por los estudiantes. La figura 3, muestra el escenario que se utilizó en dicha actividad y la posición de la cámara usando un soporte. Las figuras geométricas son de cartoncillo y se le solicitaba al estudiante que colocara, por ejemplo, dos triángulos y dos cuadrados a lo que el software retroalimentaba verbalmente al estudiante de acuerdo, se tenían 3 intentos y al final se otorgaba un reporte en PDF. En esta etapa se obtuvo retroalimentación por parte del instructor que trabajó con los niños, no se usó ningún instrumento diseñado para medir la usabilidad, sin embargo, el instructor reporta que los estudiantes se mostraron muy entusiasmados con el uso de las herramientas. La curva de aprendizaje fue corta a pesar de que los estudiantes no habían interactuado con las herramientas antes. Después de la primera iteración se identificó que el tamaño de los botones no era adecuado y se hizo una adaptación.

## 5 Conclusiones y trabajo futuro

El uso de tecnología computacional no solo genera un apoyo al investigador para la automatización de ciertas tareas (como el etiquetado de las evidencias), sino un apoyo valioso en el aprendizaje de los estudiantes ciegos, por facilitar su acceso a la información a través de otros canales sensoriales, ofrecer

independencia y autonomía para acceder a la comunicación y propiciar su motivación hacia la adquisición de conocimiento. Por ello, en la investigación se considera fundamental el uso de la tecnología, particularmente la tecnología computacional como medio para potencializar el desarrollo de procesos cognitivos en el aprendizaje geométrico de niños ciegos, lo cual se pretende a través de la interacción del niño con las aplicaciones previamente diseñadas; mismas que contemplan la motivación al favorecer el acceso a la percepción auditiva y táctil. El problema real que enfrentan muchas instituciones educativas es que no cuentan con materiales tiflotecnológicos adecuados, esta propuesta va en la dirección de crear materiales usando software libre el cual, comparado con el software privativo, resulta la mejor opción.

Al usar Appinventor para la creación del prototipo se ganó mucho tiempo y se definieron mejor los requisitos de una aplicación de este estilo, sin embargo, dado que lo que se desarrolló fue un prototipo, se hizo evidente que crear una aplicación Android con software nativo brindaría una mejor posibilidad para escalar la aplicación. Se ha desarrollado una propuesta para agilizar el trabajo del profesor al redactar e incorporar las actividades nuevas que la aplicación móvil pueda leer. Otra área de mejora es la conformación de un grupo interdisciplinario para crear recursos que sean tanto pertinentes educativamente en la enseñanza de las matemáticas como aprovechando el mejor canal de interacción con los estudiantes.

**Agradecimientos.** Agradecemos a Karen Avilés Canché por su valiosa retroalimentación acerca del uso del software desarrollado con estudiantes que tienen discapacidad visual. También agradecemos al Centro de Atención Múltiple (CAM) “Luis Braille”, ubicado en Mérida, Yucatán por permitirnos pilotear el software con sus alumnos.

## Referencias

- [ 1] A. Bhowmick y S. M. Hazarika, «An insight into assistive technology for the visually impaired and blind people: state-of-the-art and future trends,» *J Multimodal User Interfaces*, vol. 11, n° 2, pp. 149-172, 2017.
- [ 2] P. M. Reyes Dominguez, «Inclusión, tecnología y educación superior de la población con discapacidad visual,» Universidad Politécnica Salesiana, 2016.
- [ 3] W. Wongkia, K. Naruedomku y N. Cercone, «i-Math: Automatic math reader for Thai blind and visually impaired students,» *Computers and Mathematics with Applications*, p. 2128–2140, 2012.
- [ 4] N. Isaila, «The assistive software, useful and necessary tool for blind student's abilities development,» *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 116, p. 2189 – 2192, 2014.
- [ 5] Y. Matas, C. Santos, F. Hernandez-del-Olmo y E. Gaudioso, «Involving teachers, parents and rehabilitation instructors in visual training for visually impaired children: a web-based approach,» *International Journal of Child-Computer Interaction*, vol. 11, pp. 83-89, 2017.
- [ 6] R. Jafria, A. M. Aljuhanib y S. A. Ali, «A Tangible Interface-based Application for teaching tactual Shape Perception and Spatial awareness Sub-Concepts to Visually Impaired Children,» *Procedia Manufacturing*, vol. 3, p. 5562 – 5569, 2015.
- [ 7] I. Kohanova, «The ways of teaching mathematics to visually impaired students,» Slovakia, 2010.
- [ 8] A. O. Ferreira Gonçalves da Silva, «Enseñanza de la matemática a alumnos con necesidades visuales: estrategias y metodologías dinamizadoras del aprendizaje,» Universidad Complutense de Madrid, 2015.
- [ 9] M. F. Cortés, I. Salazar Martínez y T. Chisco Ruiz, «Fortalecimiento de operaciones matemáticas con apoyo de la tiflotecnología,» *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, vol. 2, n° 3, 2016.
- [ 10] I. García Cedillo, S. Romero Contreras, V. J. Flores Barrera, A. Martínez Ramírez y S. Rubio Rodríguez, «Comparación de prácticas inclusivas de docentes de servicios de educación especial y regular en México,» *Actualidades investigativas en Educación*, vol. 15, n° 3, 2015.
- [ 11] F. Ortiz y J. Fernández, «Modelo de análisis de requisitos orientados al desarrollo de recursos tiflotecnológicos,» *Actas de Ingeniería*, vol. 3, pp. 362-369, 2017.
- [ 12] K. Dilpreet y K. Yadwinder, «Various Image Segmentation Techniques: A review,» *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, vol. 3, n° 5, pp. 809-814, 2004.
- [ 13] A. T. Sleit y R. O. Jabay, «A Chain Code Approach for Recognizing Basic Shapes,» de *Proceedings of the 4th International Multiconference on Computer Science and Information Technology*, 2006.
- [ 14] D. H. Douglas y T. K. Peucker, «Algorithms for the Reduction of the Number of Points Required to Represent a Digitized Line or Its Caricature,» *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, vol. 10, n° 2, pp. 112-122, 1973.



# **XII. Futuro de las TIC**

# Las Herramientas Informáticas como Estrategia en la Toma de Decisiones Enfocadas en los Impactos Ambientales

Fernando Vázquez Torres<sup>1</sup>, María Elena Tavera Cortés<sup>1</sup>, Adolfo Bravo Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional, Sepi-Upiicsa, Calle Thé 950, Colonia Granjas México, Ciudad de México, D.F., 08400. México

[fvazquez@ipn.mx](mailto:fvazquez@ipn.mx), [fvazquez@gmail.com](mailto:fvazquez@gmail.com), [mtavera@ipn.mx](mailto:mtavera@ipn.mx), [ofloda@gmail.com](mailto:ofloda@gmail.com)

Resumen: El **objetivo** de este trabajo es abordar y facilitar la toma de decisiones desde una perspectiva complementaria apoyada en el uso de herramientas informáticas, sobre el impacto ambiental del uso de los residuos orgánicos [1]. **Metodología:** Esta investigación corresponde a un estudio de caso, diseñado para empresas restauranteras, el método utilizado fue de campo sobre una recolección de datos cuantitativo en 30 restaurantes, utilizando la metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) [2]. **Resultados:** Se aplicó a la base de datos obtenida para obtener conocimiento y así lograr una mejor comprensión y análisis de los resultados [3]. **Conclusiones:** El uso de las herramientas de minería en el análisis de la base de datos permitió analizar con profundidad los resultados arrojados. **Discusión:** Las herramientas informáticas nos permiten contrastar entre un análisis tradicional de datos y otro con el uso de las tecnologías dando conocimientos aplicables en forma sistémica y general.

Palabras claves: residuos orgánicos, empresas restauranteras, herramientas informáticas, toma de decisiones, impactos ambientales.

## 1 Introducción

La presente investigación es el reporte de una investigación para obtener el grado de maestría y dónde se usan herramientas informática, algunas de ellas de minería de datos con la implementación de la metodología Cross Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) [2], mediante la herramienta informática RapidMiner, 2015 [5] que permitió trabajar una base de datos obtenida con la aplicación de un cuestionario aplicado en la zona restaurantera de Acapulco para conocer el potencial del aprovechamiento de los residuos orgánicos.

En el mundo de la minería de datos es indispensable contar con un software especializado que permita trabajar los datos para alcanzar los objetivos propuestos. RapidMiner [6] es una herramienta informática de minería de datos, que permite el desarrollo de procesos de análisis de datos mediante el encadenamiento de procesos a través de un entorno gráfico.

La utilización de este software permitirá analizar los datos recabados durante el trabajo de campo, permitiendo no sólo modificar datos, sino también, seguir alimentando la base.

## 2 Estado del Arte

En 2015, se señala que la utilización de la minería de datos en las actividades cotidianas de las organizaciones en general y de las empresas en particular, se ha convertido en algo cotidiano y más frecuente [7]. Los negocios de distribución y publicidad dirigida han sido las áreas en las que tradicionalmente se han empleado los métodos de minería, ya que han permitido reducir costes o aumentar la receptividad de las ofertas. Pero estas no son las únicas áreas a las que se puede aplicar, de hecho, podemos encontrar ejemplos en todo tipo de aplicaciones: financieras, seguros, científicas (medicina, farmacia, astronomía, psicología, etc.), políticas económicas, sanitarias o demográficas, educación, policiales, procesos industriales, residuos orgánicos entre otros [8].

De acuerdo a [9] la minería de datos es el proceso de: seleccionar, explorar, modificar, modelizar y valorar grandes cantidades de datos con el objetivo de descubrir conocimiento. Asimismo, en [10] se describe como el despertar del interés de los tomadores de decisiones directivas que permitan descubrir en los datos

históricos información útil para fundamentar mejor sus decisiones con la ayuda de estas herramientas. Para nuestro caso en particular, el procesamiento de los residuos orgánicos, se utilizará un sistema diseñado a la medida que permite: 1) agrupar la información en Excel, y 2) graficar los datos y obtener una gráfica de barras.

Si bien se tiene una muestra pequeña de datos (N=30), el proceso de minería de datos es válido ya que ésta representa la totalidad de los residuos orgánicos en 30 restaurantes en Acapulco por las facilidades que dieron los restauranteros para la recolección de datos, y “se emplean herramientas y aplicaciones que realizan análisis estadísticos sobre los datos” [11]. En este sentido, para el proceso de minería de datos se empleará el software de RapidMiner [5], el cual provee una interfaz gráfica de usuario muy amigable que permite realizar cruces de información y generar modelos estadísticos de manera visual, ya sea por un analista o bien por los mismos tomadores de decisiones. Este software se puede descargar de manera gratuita desde su sitio de Internet, tiene una versión libre que puede ser utilizada para fines académicos y de investigación, además es multiplataforma (funciona en distintos sistemas operativos); lo único que requiere tener preinstalado es la máquina virtual de Java, y que al momento de iniciarse por primera vez se instalen todos sus componentes desde el Internet.

### 3 Metodología

La aplicación de la metodología se realizará en una base de datos creada durante el proceso de trabajo de campo, aplicado a los residuos de los restaurantes en Acapulco, la muestra fue seleccionada por el método de conveniencia, derivado de las facilidades que otorgaron los responsables de la administración de los restaurantes. Se aplicó la metodología CRISP con apego a las etapas que la conforman.

La importancia de la base de datos como estrategia de captura y análisis de información a través de la minería de datos. También la utilización de la minería de datos en las actividades cotidianas de las organizaciones en general y de las empresas en particular, se ha convertido en algo cotidiano y más frecuente.

El objetivo de esta investigación, es construir una base de datos a través de un proceso de recolección de datos relacionada con los residuos orgánicos de los restaurantes del puerto de Acapulco, para desarrollar una metodología que transforme los datos en conocimiento y ese conocimiento en acción, para la toma de decisiones, teniendo la expresión máxima:

$$\text{Datos} + \text{Análisis} = \text{Conocimiento}$$

En [12] la metodología que se desarrolla en este trabajo involucra tres componentes relacionados que permiten llegar a la solución de nuestro problema, siendo estos: 1. La Base de Datos construida, 2. La Metodología CRISP-DM (Cross-Industry Standard Process for Data Mining) por ser una de las metodologías más utilizadas en minería de datos y 3. La Herramienta de RapidMiner para el análisis de información, la cual nos permitirá visualizar los resultados de forma más eficiente.

En [13], menciona que RapidMiner es una herramienta óptima para crear modelos y a posterior la realización de análisis predictivos de grandes volúmenes de datos, facilitando el análisis con una avanzada analítica empleando solamente las ventajas o características más usadas, y a veces poco conocidas, en todas las versiones en Microsoft Windows, es aquella que se llama “drag and drop” y que simplemente quiere decir “arrastrar y soltar” y opcionalmente la generación de código, utilizándola también en aplicaciones como “analizar el impacto de ambiental de los residuos orgánicos”. Con esta herramienta se podrá:

- Tener acceso a los datos
- Crear un conjunto de datos óptimo para el análisis predictivo
- Descubrir patrones o problemas de datos
- Modelado, entre otras funcionalidades
- Estadísticas, Matriz de correlación, Gráficas y otros reportes de nuestros datos

Así al plantear el proyecto lo primero que debemos establecer son las preguntas del objetivo de la investigación, las preguntas que se plantean son:

- ¿Cuál es la estrategia adecuada que permita la toma de decisiones cimentadas en la base de datos obtenida de los residuos orgánicos de los restaurantes?

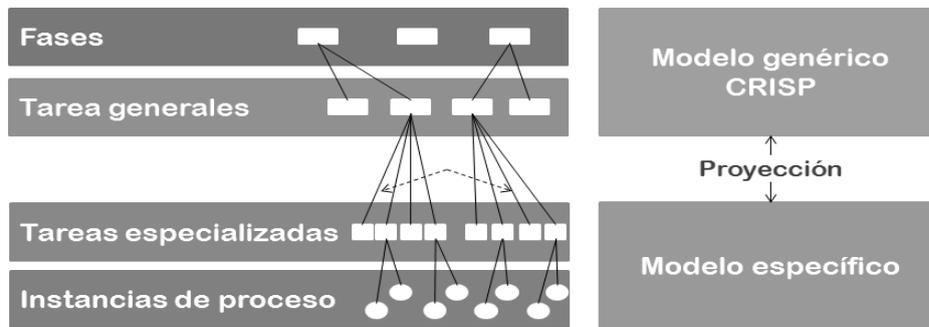
- ¿Cómo beneficia el uso de las herramientas informáticas a la toma de decisiones enfocadas en los impactos ambientales?

Al no existir datos recientes que permitan conocer la situación actual del estudio del puerto de Acapulco relacionado con la generación de residuos orgánicos por las empresas restauranteras, se elabora una cedula de campo para obtener datos primarios. La utilización de RapidMiner nos permitió el análisis de los resultados de manera gráfica, facilita su entendimiento y en todo caso nos provee de información en tiempo real que facilita la toma de decisiones de acuerdo a [10] esta se lleva a cabo en seis etapas:

- 1.- Distinguir y definir el problema
- 2.- Analizar a profundidad el problema
- 3.- Generar la mayor cantidad de alternativas de solución.
- 4.- Elegir la alternativa que mejor se adapte a la solución del problema.
- 5.- Elaborar el plan de acción de dicha alternativa.
- 6.- Llevar a cabo el plan anterior.

En esta metodología utilizamos herramientas informáticas en la captura y el análisis de información estratégica, la interpretación que la misma pueda generar son enriquecedoras, carece de la posibilidad de un análisis a profundidad en tiempo real. Para solventar esta carencia proponemos el uso de la herramienta de minería de datos visual [6].

La metodología CRISP-DM, está dividida en 4 niveles de abstracción organizados de forma jerárquica (Fig. 1) en tareas que van desde el nivel más general, hasta los casos más específicos y organiza el desarrollo del proyecto, en una serie de seis fases (Fig. 2):



**Fig. 1.**  
Esquema de los cuatro niveles de CRISP-DM.  
Fuente: ([CRISP, 2000])

La sucesión de fases no es necesariamente rígida.

Cada fase es estructurada en varias tareas generales de segundo nivel. Las tareas generales se proyectan a tareas específicas, donde finalmente se describen las acciones que deben ser desarrolladas para situaciones específicas, pero en ningún momento se propone como realizarlas.

A continuación se describen cada una de las Fases en que se divide la metodología CRISP.

### 3.1 Fase de comprensión del problema

La falta de datos referentes a la cantidad actual de residuos que se generan en el municipio de Acapulco es alarmante, así como al poco interés que muestran las autoridades por el tema, debido a la poca información y a la consideración de otros sectores como más importantes, dejando de lado el de la gestión integral de los residuos.

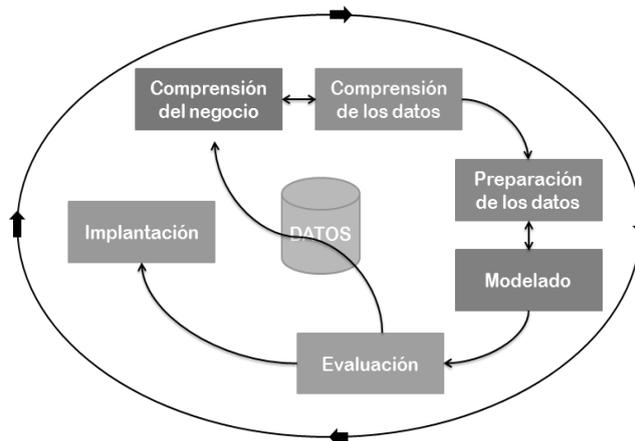


Fig. 2. Modelo del Proceso CRISP-DM Fuente: ([CRISP, 2000]).

Esta metodología se utiliza para obtener información referente a la generación de residuos orgánicos de los restaurantes de Acapulco, puesto que siendo Acapulco un lugar turístico que opera con una demanda estacionaria se reciben millones de turistas al año y no se tiene información sobre la generación de residuos orgánicos. Derivado de que no existe hasta el momento una base de datos que permita conocer en forma más específica la cantidad de residuos orgánicos que se generan por las empresas del ramo restaurantero se desarrolló una base de datos que permite tener una información actualizada que muestra las ventajas por utilizar las herramientas informáticas las cuales permiten una toma de decisiones asertiva en el aprovechamiento de la generación de residuos orgánicos así como ubicar los variables impactos ambientales que pueden derivar de éstos [14].

### 3.2 Fase de comprensión de los datos

Los datos que se recolectaron fueron correspondientes a 30 restaurantes con los cuales se obtuvo un análisis a fondo de la situación actual en cuanto a la generación de residuos de los restaurantes de Acapulco. La recolección de datos se dividió en 2 secciones, la primera fue la aplicación de cuestionarios, la cual se realizó del día 09 de noviembre al 26 de noviembre de 2016, contenían un total de 13 preguntas, que abarcaban desde la ubicación, hasta el consumo mensual promedio de luz. La segunda parte fue un pesaje de los residuos generados en el transcurso del día, esta segunda fase se realizó del 28 de noviembre al 03 de diciembre de 2016

### 3.3 Fase de preparación de datos

En esta fase se hicieron algunas adaptaciones necesarias para que RapidMiner pudiera procesar la base de datos y así obtener los resultados de manera gráfica.

Para que la herramienta de RapidMiner analizara los resultados, se formaron dos bases con los mismos datos de forma diferentes, por restaurantes y por variables, siendo éstas un total de 16.

### 3.4 Fase de modelado

Continuando con el proceso de la metodología de CRISP-DM e implementándola en RapidMiner describimos el paso de la fase de modelado:

Paso 1. Dentro de la pantalla principal, colocarse en **New Process** posteriormente seleccionar **Blank** y

Paso 2. En seguida la pestaña Add Data y seleccionar la carpeta donde se guardaran las bases de datos, en este caso My Computer.

Paso 3. Ahora se seleccionan las bases de datos y se presiona **Next**.

Paso 4. RapidMiner mostrará los datos contenidos en la base, seleccionando **Next**, posteriormente hará un análisis de los mismos.

Paso 5. Finalmente las bases quedan cargadas para poder trabajar en ellas, con una representación gráfica de pastel.

### 3.5 Fase de evaluación

En esta etapa se evalúa el modelo obtenido que da respuesta a objetivo planteado en este proyecto de minería de datos y el funcionamiento de RapidMiner sobre la base de datos de la investigación.

### 3.6 Fase de implementación

Una vez ingresada la base de datos en RapidMiner se realizó un análisis de los resultados, obteniendo un modelo resultado del proceso del algoritmo escogido en la herramienta informática y haciendo énfasis en los datos para que no existiera alguna modificación de los mismos.

#### 3.6.1 Determinación de los próximos pasos

Una vez revisadas las bases de datos se determinó que los resultados que arrojaban eran factibles para la investigación, además de que RapidMiner presenta la posibilidad de seguir alimentando la base para futuros resultados. Las gráficas que presenta RapidMiner son las más factibles para la investigación

## 4 Resultados experimentales

La utilización de herramientas como RapidMiner permitió analizar de forma gráfica los resultados obtenidos durante el trabajo de campo. La interfaz gráfica de esta herramienta mejoró el entendimiento de los datos obtenidos durante el trabajo de campo, lo que agilizó la toma de decisiones.



Fig. 3. Análisis de resultados con RapidMiner.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se analiza que de 30 restaurantes distribuidos en las 3 zonas más importantes de Acapulco (costera Miguel Alemán, Caleta y Caletilla y finalmente Pie de la Cuesta), las cuales representan las zonas con más afluencia de turistas durante las diferentes temporadas del año. El 56.6% de los restaurantes están categorizados como de 2 tenedores, es decir, son el tipo de restaurantes con precios accesibles a todo tipo de bolsillos. Se observa además que el 98% de los restaurantes son micro empresas, que cuentan con un total máximo de 10 empleados, los cuales atienden en promedio en temporada baja hasta 30 comensales por día y en temporada alta hasta 120 comensales por día.

En cuanto a la separación de basura, el 66.6% de los restaurantes no hacen una separación de residuos, sin embargo el 76.6% del total de la muestra consideran que la reutilización de los residuos orgánicos son muy importantes, sobre todo si estos son transformados en algún subproducto del mismo que permita un bien común, la opción ideal sería la transformación a energía eléctrica, que representa uno de los costos más importante para ellos, pagando un promedio mensual de \$5,000 pesos en temporada baja y hasta \$8,000 pesos en temporada alta. Este costo aumenta por las adaptaciones que deben hacer al restaurante en temporada alta tales como instalación de aires acondicionados, ventiladores, refrigeradores extras, entre otros.

El promedio de generación en temporada baja de residuos es de 13.89 kg, de los cuales 7.64 kg son orgánico y 6.25kg son inorgánicos, entonces si Acapulco cuenta con un total de 4,078 restaurantes, en total por el sector restaurantero se estarían generando en promedio 56,643.42 kg de residuos al día, logrando llegar al cuádruple en temporada alta (226,573.68kg). De estos totales, los residuos orgánicos promedios generados al día en temporada baja equivalen a 31,155.92 kg., mientras que en temporada alta son 124,623.68 kg, sin una base de datos que se alimente y pueda arrojar información a los tomadores de decisión al momento de establecer una estrategia de aprovechamiento de los residuos orgánicos, estos terminaran en el relleno sanitario de Acapulco sin ser tratados para un posible beneficio a la industria.

## 5 Conclusiones y Trabajo Futuro

El uso de la minería de datos en el análisis de bases de datos permite analizar a profundidad los resultados y ser utilizados por softwares especializados. La utilización de programas especializados en base de datos amplia el conocimiento de las personas inexpertas del tema, en ciertas ocasiones solamente se utiliza Excel para capturar información sin embargo en este caso el uso de este software facilitó la creación de la base de datos.

La interfaz gráfica de RapidMiner permite la comprensión y el análisis a profundidad de los resultados arrojados por la base de datos a través de la estadística, gráficas, matriz de correlación entre los datos y algunas otras características de la base de datos. Al mostrar resultados gráficamente, permite que la toma de decisiones sea más rápida y más precisa y al alimentar constantemente esta base de datos, permitirá que la toma de decisiones sea constante, adaptable y modificable, de acuerdo a las necesidades que se presenten. Derivado de la utilización de la base de datos se puede establecer una relación entre la cantidad de residuos generados en Acapulco y el potencial aprovechamiento de estos de tal manera que se establezcan medidas de concientización por parte de la localidad de la importancia de tener información en tiempo real que les permita establecer medidas de control y aprovechamiento de los residuos que les permita mantenerse como un destino turístico atractivo a los turistas promoviendo la imagen de sustentabilidad en el destino.

**Agradecimientos.** Queremos agradecer a los revisores por sus acertados comentarios, a la COFAA-IPN por su apoyo en el desarrollo de esta investigación y a las autoridades de la oficina de turismo del municipio de Acapulco, Gro por las facilidades para la recolección de datos.

## Referencias

- [1] Jaramillo, G., & Zapata, L. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Universidad de Antioquia. Recuperado a partir de <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Apressolorgco.pdf>
- [2] Pete Chapman, Julian Clinton, Randy Kerber, Thomas Khabaza, Thomas Reinartz, Colin Shearer, Rüdiger Wirth. CRISP-DM 1.0, Step-by-step Data Mining Guide, CRISP-DM, 2000
- [3] Oldemar Rodríguez Rojas. *Metodología para el Desarrollo de Proyectos en Minería de Datos* CRISP-DM, 2010.
- [4] Durand, M. (2011). *La gestión de los residuos sólidos en los países en desarrollo: ¿cómo obtener beneficios de las dificultades actuales?* Espacio y Desarrollo, (23), 115–130.
- [5] RapidMiner. (2015). *Herramienta Informática*. Florida International University, USA. consultado el 29 de Agosto de 2015, disponible en: <http://rapid-i.com/content/view/181/190>.
- [6] RapidMiner. <http://rapid-i.com/content/view/181/196/lang/en/> [Rapid-I, 2011]
- [7] Román, J. (2015). *Inteligencia en Redes de Comunicaciones, Minería de Datos*: consultado el 20 de Octubre de 2016, disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-telematica/inteligencia>.
- [8] Monserrat, S. (2015). *Minería de Datos en Base de Datos de Servicios de Salud*. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe, Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería en Sistemas de Información" (CIDISI).
- [9] Lei Li, Chao Shen, Long Wang, et al. (2014). *iMiner: Mining Inventory Data for Intelligent Management*. USA. Florida International University, School of Computing and Information Sciences.
- [10] Rodríguez, M., Márquez, M. (2015). *Manejo de problemas y toma de decisiones* (2a ed., Vol. 8). México, DF: El Manual Moderno S.A. de C.V. Recuperado a partir de [https://mgptercera2014.files.wordpress.com/2014/01/manejo\\_de\\_problemas\\_y\\_toma\\_de\\_decisiones\\_vol\\_8\\_2a\\_ed\\_22\\_to\\_39.pdf](https://mgptercera2014.files.wordpress.com/2014/01/manejo_de_problemas_y_toma_de_decisiones_vol_8_2a_ed_22_to_39.pdf)
- [11] Pérez M. (2014). *Minería de datos / Data mining: La Metodología Crisp-dm De IBM*. El Lenguaje Clem E IBM Spss Modeler / the IBM Crisp-dm Methodology. the Clem Language and IBM Spss Modeler.
- [12] Pérez, M. (2015). *Minería de Datos a través de ejemplos*. España: RC Libros.
- [13] Salazar, R. (2014). *IBM Business Analytics: Minería De Datos*. IBM Spss Modeler. USA. Createspace Independent Publishing Platform.
- [14] Perdomo, C. (2008). *Técnicas para el aprovechamiento y valorización de los residuos orgánicos con alta tasa de biodegradación*. Recuperado el 27 de agosto de 2016, a partir de <ftp://ftp.ani.gov.co/Aeropuertos/Sur%20Occidente/T%C3%A9cnico/5.%20INVERSIONES>.

# Development of a management system for Taekwondo tournaments

Alejandra Santoyo Sanchez<sup>1</sup>, Jonathan Raymundo Bustamante Sandoval<sup>2</sup>,  
Luis Carlos Velasco Reyes<sup>3</sup>, Mayte Susana Sánchez Villalobos<sup>4</sup> y Verónica Martínez Martínez<sup>5</sup>

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías - Campus Guadalajara  
Jalisco México, Boulevard Marcelino García Barragán 1421, Olímpica, 44430 Guadalajara, Jal.

<sup>1</sup>alejandra.santoyo@cucei.udg.mx, <sup>2</sup>jonathan.bustamante@alumnos.udg.mx

<sup>3</sup>luisconsiv@gmail.com, <sup>4</sup>meyariana@gmail.com

Universidad Tecnológica de Jalisco

Calle Luis J. Jiménez 577, 1o. de Mayo, 44979 Guadalajara, Jal., México

<sup>5</sup>vmartinez@utj.edu.mx

**Abstract.** In order to solve the problems in the management and organization of Taekwondo tournaments, this document describes a Web Management System for them. At the beginning, an algorithm is applied to perform grouping prior to the competition. Performance management in the competition method is used to perform groupings, manage the spaces to specify the time and place of the combat to provide a decision-making service for management during the competition. Then, a survey and an analysis of the data was made for the choice of the label to obtain the result of the decision, so that the management of the matches in the tournament is more reasonable, scientific and efficient to provide a more reliable decision.

**Keywords:** Sport game; grouping, web system.

**Resumen.** Con el fin de resolver los problemas en la gestión y organización de torneos de Taekwondo, este documento describe un Sistema Web de gestión para los mismos. Al principio, se aplica un algoritmo para realizar una agrupación previa a la competencia. La gestión del rendimiento en el método de competición se utiliza para realizar agrupaciones, gestionar los espacios para especificar hora y lugar del combate para proporcionar un servicio de toma de decisiones para la gestión durante la competición. Luego, se realizan estadísticas y análisis sobre diversos datos después de la competencia para obtener reglas correspondientes y comprensibles para ofrecer el servicio de decisión, de modo que la gestión de los combates en el torneo sea más razonable, científica y eficiente para proporcionar una decisión más confiable.

**Palabras clave:** Juegos deportivos; agrupamiento, Sistema WEB

## I. INTRODUCTION

Martial arts have been getting popularity over the pass of time, so that nowadays it's easier to practice any of them. There is a big variety of schools and associations to choose your favorite martial art, although, some of them are more popular than others, like Karate or Taekwondo. Since Taekwondo is one of the most popular martial arts, it's expected that it uses high technology on its activities. New technology has lead us to solutions that make a cleaner way of carrying out the competitions, like electronic protection equipment or 360° video. And that's not all, even though, there's software specialized to organize big tournaments like olympic games, and pan american games, and that makes us question, what about médium-small tournaments? What happens with all the competitions that organizations make throughout the year? And not just talking about Taekwondo, but about other martial arts and sports. The problem with the actual logistic used to manage the tournaments is that you lose a lot of time grouping the fighters by belt grade, height, weight, age and school, because there is no guarantee that you can match every fighter with an apropiate couple, besides that there are fighters that are always late to be paired with other fighters and that makes things difficult. Doing al lof this things may take you from 30 minutes to 1:30 hour, and even when that process is finished you still need to take the fighters to the combat areas and wait until one of them has some space to bring more. Once the fighters in a graphic finish their fight, they need to be taken to the medal's área, but this could take minutes and even hours because of the big ammount of fighters that can be waiting in the

áreas, and the people that is in charge of this may not be available. The objective of this project is to make tournaments easier to manage and save time avoiding unnecessary tasks by automatizing the process of graphics creation, trying to eradicate the problems described before.

## II. RELATED WORKS

There are a few softwares that were designed to manage tournaments:

- **Gestor ligas** Website: <https://gestorligas.com/servicios.php>

This software was made to manage sport events that need to publish their competition's information and sport leagues to the public. But being a sports software online and free, it can be used by everyone that wants to manage a competition.

### Features

- Lets you manage multiple tournaments and leagues.
- Supports multiple sports, especially those that need a ball.
- Some services are the following:
  - Management of youth tournaments and leagues.
  - You can have personalization depending what kind of promotor are you.
  - Google search services.
  - Intern communication system.
  - As a promotor, you can have as many leagues as you want, teams, management of events and manipulate them as you wish.
  - Estadístic control.
  - You have control over each player, you can allow the teams to register their players freely over the internet or just you.
  - The leagues contain a news bulletin board in which they can report all the events that occurred on and off the court.
- In the tournament category you have the following services:
  - Create tournaments from 2,4,6,8 to 64 teams and from 1 to 5 matches per round.
  - Teams can be added through the internet or added to your Encounters are manageable move from schedule etc.
  - There is a forum as well and the registration process of the players is the same
  - The system generates the encounter graphs in a random way.
  - You can generate seasons in which you can enter your leagues and tournaments for better administration. Contains news section.
- In the premium account category for promoters \*
  - Eliminate advertising and accounts with a range of personalization for your web space among others
  - It contains a visit counter that is displayed graphically.
  - Export the data of your links and insert them in other websites through iframes Generate the HTML code and you will only have to copy and paste
  - You have your own head to put high resolution images
  - Connect with YouTube services to use the platform uploading your videos and display them in the web space.
- Search engine for leagues, tournaments, promoters and personalized with the Google search engine
- Other utilities

- geolocation of events.

- Konkuri, Website: <http://www.konkuri.com/es/>

Web service that allows you to create football leagues and tournaments.

### Features

- Website for tournaments and leagues.
  - Easy way to create leagues.
  - Any sport is supported.
  - Clean interface without ads, with a modern and elegant design with the possibility of following the same sporting events.
  - News section with the latest updates of the competitions with comments.
  - Preview section of own events prior to being published.
  - Information sharing of events.
  - Widget management and mobile application available for ios.
- Formats of leagues and tournaments:
  - Round-robin: each contestant competes against another contestant and there are one or more rounds.
  - Graphic: elegant design for up to 128 participants or teams.
  - By group: points and qualifiers.
- Participants / playe's views:
  - Information seen individually, double or by teams.
- Schedule
  - Schedules defined automatically, manual, publications of meetings with dates and schedules, notifications are via email.
  - Multiple matches per round.
  - Third place options.
- Management of results and dissemination
  - Update of results and simple display.
  - Notifications via email.
  - Results as points and manageable.
  - Dissemination through social media.
- Boards
  - Automatic update, these are updated according to the data that is being introduced.
  - The parameters shown are modified depending on each filter.
  - This can also be seen in Figure 1 where the costs and benefits according to the acquired plan are shown
- Doleague, Website: <https://www.doleague.com/organizar-campeonatos/>  
Web service that allows the creation of leagues and soccer tournaments. which can be seen more easily in illustration 2.

### Features

- Your own website
  - Easy to promote.
  - Customizable
  - Modern design.
- All kinds of competitions.
  - All kinds of championships.
  - A league.
  - A tournament
  - Own ranking.

- Championship by phases.
- Championships in the cloud.
- Automatic calculation of tracks.
  - Calendar and definition of dates.
  - Calculation of hours per day.
- Results manager.
- Display of available tracks.
- Variety of sports.
- Security.
- Categories, divisions and groups.
- Online registration Own payment gateway.
- Share your championship Management of incidents.
- Automatic notifications Classification by levels.
- Configure what you want from your championship.
- Customizable Championships

### III. SYSTEM DESIGN AND CONFIGURATION

The scope of this project aims to reduce the amount of time and eliminate errors that could be committed during the competition, the competitors' data will be saved through a web application that will allow a better administration to the teachers of their students and that In turn, it will be responsible for generating the competitor's charts with the schedule, the area in which they will participate, the breastplate color (if it is the category of combats) and their opponents.

The benefits of the development of this software are:

- Reduction of time lost by grouping the fighters.
- Improvement of time between fights in áreas.
- Reduction of área saturation.
- Improvement of Schedules so there can be more fights in comparison to the old logistic.
- Reduction of participants out of time to graph.
- Increased the possibility of having more fights earlier and ending the torunament before the average hour.

For this quantitative and qualitative algorithms will be carried out since one offers the steps through words and the other one is the one that supports us with the numerical calculations. Which in our case are quite important. At the same time, simpler algorithms Example probabilistic algorithm for graphs, parallel algorithm for the accommodation of competitors according to the standards mentioned in this document, non-deterministic algorithm for the tournament and combat graph, heuristic goal for the most suitable and fair combat arrangement. Also the backtracking for optimization.

We will achieve these objectives through the implementation of regulations that will have to be followed for the correct development of a competition, with which the software will be governed. These regulations will be the following:

- Only students who have paid their payment fee requested by the organizer of said event will be registered at the events.
- The inscriptions will be closed 2 days before the event, this in order to generate the graphics on time and that everyone can calculate their trip to the event and avoid delays.
- The graphics will be generated based on 5 criteria, which are age, weight, height, tape and school of origin, emphasizing weight, height and school. These 3 criteria were chosen as the main ones since, unlike school, stature and weight suppose a

more noticeable advantage during the competition. The school of origin was chosen because a fight between the same teammates disadvantages their own school during the competition, since this implies that one of the 2 teammates (or more) who compete together will be providing a second or third place medal, which at the time of point counting is a disadvantage to compete for the cup, in addition to the fact that you are fighting with someone you already know and does not represent a new experience or growth in your skills.

- There will be a space of 6 minutes maximum in each round of combat for any inconvenience that may arise, whether the competitor's coach is still not present in the area, not having all the regulatory protection equipment (overall, mask, before bracers, shin guards and shell), if the competitor suffered an injury and has to be checked by the doctor, if a points review has occurred, plus the rest time between the bouts of 30 seconds.
- The way to handle the combat graphics will be handled in the following way: The first 2 matches of a graph will be played, the winning fighters of each of the matches competing for the first and second place will be given a break from 2 combats, which means that the graph next to theirs, likewise played the first 2 meetings, once these are completed, it will return to the first graph and the last bout will be finished, then there will be 2 encounters of the graph next and will return to the previous one to finish the last fight and so on.
- The possibility of making last-minute registrations on the day of the event for people who failed to cover their registration in time and form was raised, can not ensure the implementation of this function, but will be considered.
- Any competitor that is registered and can not be accommodated in any category for lack of competitors, will be added to a separate list with more competitors in a similar situation, with which it will be decided whether to create a normal graph or an exhibition match.

#### IV. DESIGN FOR USER INTERFACE

The development of the solution will be made with various tools for web development, such as:

- AngularJs for the Front End, for the easy storage of data and to avoid that the webapp is overloaded with data, besides that this offers us a high security because the service is offered by Google.
- Spring-boot a framework for the development of APIs and controllers as well as services.
- Apache to make the assembly of the webapp as such.
- React native to have compatibility between Android and IOS users or failing Ionic.
- Hibernate for the translation of the c3p0 databases as orm for the manipulation of the records of the database as objects.
- MariaDB.

#### V. PROTOTYPE ENVIRONMENT

- a. In Figure 1 we can see a preview of the application, as we can see the system is an asp (application single page). We choose this one because is common to use.

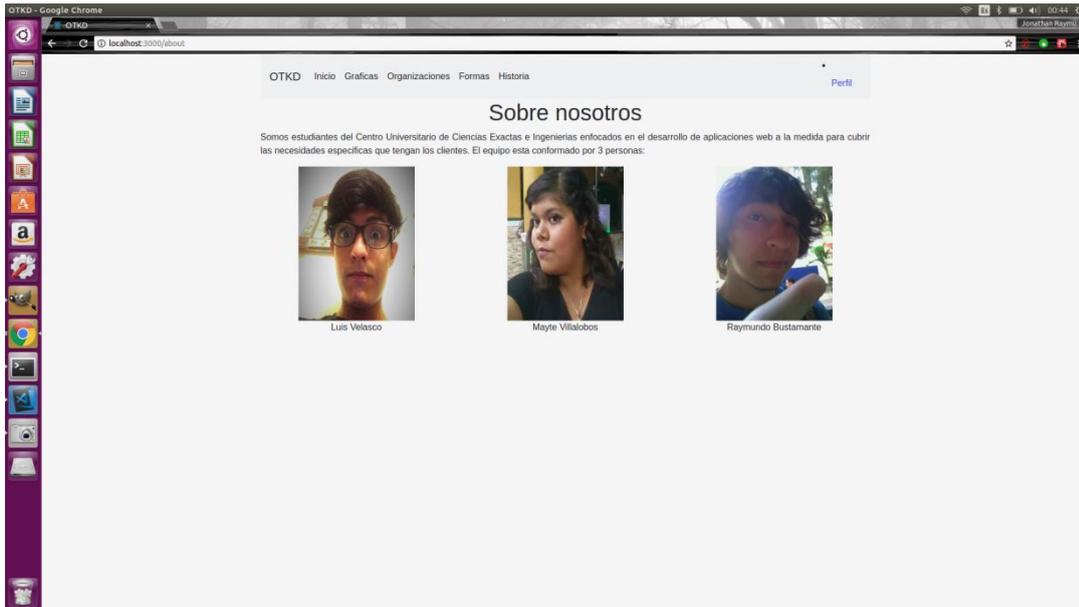


Figure 1. Example of our “About us” section.

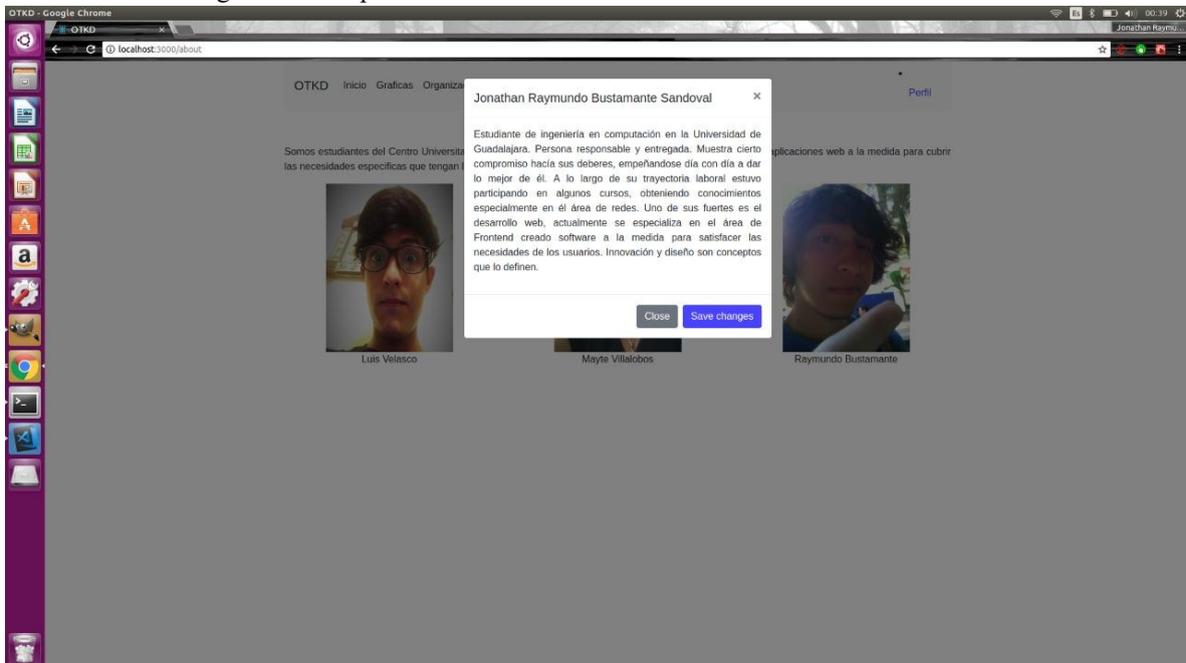


Figure 2. Example of a complete description of a member of the team by clicking the image.

- b. In Figure 2, we can see that there is shown the information of any member of the team by clicking the pictures. In Figure 3, we can see that if we change between sections, the navigation bar at top doesn't changes, just the middle content of the website.

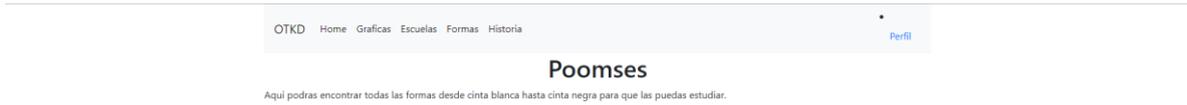


Figure 3. Example of our section “Poomses”

- c. In Figure 4, we can see the other system that gives life to the program is the back-end, that was developed in java and springboot as framework

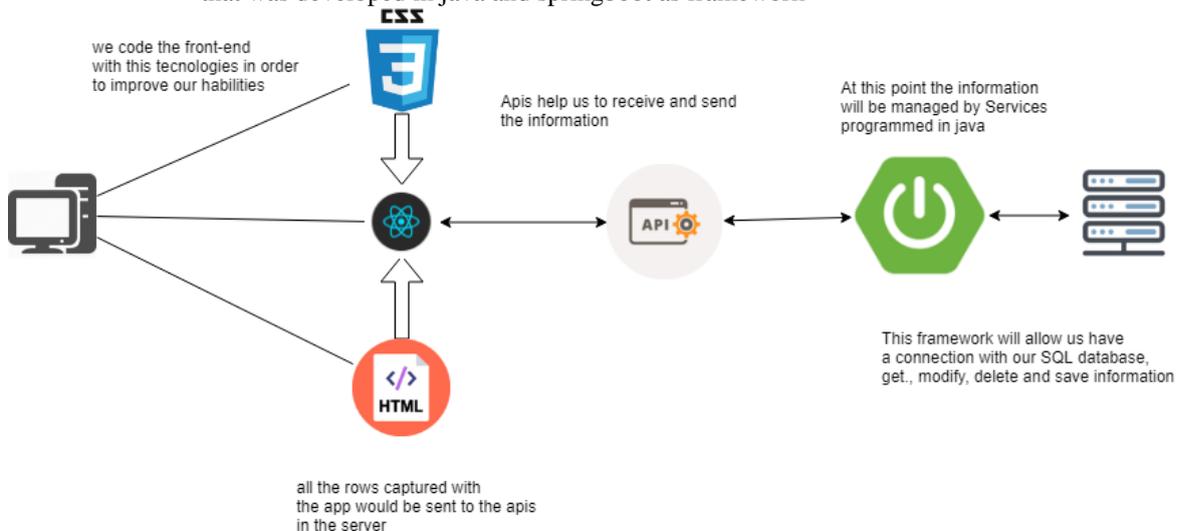


Figure 4. Diagram that represents how the web is going to work.

## VI. CONCLUSION AND FUTURE WORK

As we said along this document, we pretend to make a webapp to manage taekwondo tournaments, depending on the success of it, we are planning to expand to other martial arts like judo, karate, kung fu, also we are going to develop a mobile app to send notifications in real time to let people know the time of the next combats, actualization of the auto-generated graphics or issues when making the matches between fighters. Adding the option of a record for participants, so they can have their tournament/medal count, like a profile that describes your career in the world of taekwondo competitions.

## REFERENCES

- [1] Chi, E. H. (2005). Introducing wearable force sensors in martial arts. *IEEE Pervasive Computing*, 4(3), 47-53.
- [2] Munther Abualkibash 1, James Gedney 1, Kim Yongbom 2, Lee Jeongkyu 1 “Un enfoque jerárquico de detección Puntos de referencia en Taekwondo Poomsae Videos” Universidad de Bridgeport, CT EE.UU. mabualki. Página 1. 2008
- [3] Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte. (2017). Taekwondo, un deporte espectacular y ganador para México. 1/03/2018, de gob.mx Sitio web: <https://www.gob.mx/conade/prensa/taekwondo-un-deporte-espectacular-y-ganador-para-mexico>
- [4] Héctor Orozco, Félix Ramos en A Fuzzy Model to Update the Affective State of Virtual Humans: An Approach Based on Personality, del 2010 International Conference on Cyberworlds, pp. 406 – 412
- [5] Penghui, L., & Li, G. (2015, July). Analysis of Taekwondo tournament logistics demand and study on the theoretical framework. In *Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS), 2015 International Conference on* (pp. 1-4). IEEE.

# Automatizando la Detección de Virus PHYVV y PEPGMV en Hojas de Bell Pepper por Medio de Modelos Predictivos

Eduardo Díaz Gaxiola, Oscar Castro-López, Rogelio Prieto Alvarado e Inés F. Vega-López  
Universidad Autónoma de Sinaloa, Ciudad Universitaria, 80040 Culiacán, Sinaloa.  
{eduardogaxiola, oscarcastro, rogelioprieto, ifvega}@uas.edu.mx

**Resumen.** En este trabajo proponemos y evaluamos una metodología para automatizar la detección de virus en hojas de *bell pepper*. Nuestra metodología está compuesta en varios pasos, desde la captura de las imágenes de hojas, la transformación de las imágenes para extraer las características más relevantes y la construcción de modelos predictivos. Estos modelos son capaces de detectar si una planta está infectada con el virus PHYVV o PEPGMV a partir de imágenes de sus hojas. Siguiendo la metodología propuesta construimos un modelo de regresión lineal, uno de redes neuronales y uno de máquinas de vectores de soporte obteniendo una precisión de 89.67%, 93.5% y 90.96% respectivamente.

**Abstract.** In this paper we propose and evaluate a methodology to automate the detection of viruses in bell pepper leaves. Our methodology is comprised by several steps, from the capture of leaf images, the transformation of the images to extract the most relevant characteristics, and the construction of predictive models. These models are able to detect if a bell pepper plant is infected with the PHYVV or PEPGMV viruses taking as an input an image of a leaf. Following the proposed methodology we constructed a linear regression model, a neural network, and a support vector machine obtaining a classification accuracy of 89.67%, 93.5%, and 90.96%, respectively.

**Palabras clave:** Procesamiento de Imágenes, Machine Learning, Detección de enfermedades en plantas.

## 1 Introducción

Los diversos cultivos de chile para exportación y consumo nacional son de alta importancia económica, social y cultural en México. El pimiento o chile morrón, también conocido como *bell pepper* (por su denominación de exportación en inglés), alcanzó una producción de 104.4 mil toneladas en 2016. El chile *bell pepper* se encuentra posicionado en el quinto lugar dentro de los principales productos agrícolas de exportación de México [1].

Hoy en día, las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos agrícolas en México provocan una disminución de la producción, así como inestabilidad económica para los agricultores. El cultivo de chile *bell pepper* no está exento de sufrir enfermedades y plagas. De los virus que más merman estos cultivos destacan el virus huasteco de la vena amarilla del chile (PHYVV por sus siglas en inglés) [2] y el virus del mosaico dorado del chile (PEPGMV por sus siglas en inglés) [3]. Analizar a detalle los cultivos de chile en búsqueda de virus no es una tarea fácil. Esta problemática se debe a que la toma de muestras para su análisis en laboratorio puede llegar a ser una opción lenta y costosa. Otra forma es el análisis visual de la planta y hojas por un experto lo cual es más rápido que el laboratorio. Pero aun contando con los recursos humanos con la capacidad de detectar enfermedades de forma visual (lo cual es escaso y por consecuente costoso), cubrir grandes extensiones de cultivos en un tiempo razonable se vuelve una tarea prácticamente imposible de realizar.

El no detectar a tiempo enfermedades en las plantaciones implica aplicar procesos correctivos que impactan en la producción estimada de la temporada, incluso perder una gran cantidad de plantaciones. Al no tener la capacidad de aislar brotes de enfermedades focalizadas en los cultivos se opta por aplicar productos químicos en general para resolver este problema. Con el uso de tecnologías de la información y el acceso a dispositivos móviles se pueden proponer soluciones a este tipo de problemáticas. Por medio de técnicas de *machine learning* (aprendizaje de máquina) creemos que es posible trasladar el conocimiento de un experto humano en detección de enfermedades en hojas de chile a una aplicación de Software. Dicha aplicación por medio de una imagen de una hoja (por ejemplo tomada por un dispositivo móvil en campo) tenga la misma capacidad de detectar si la planta tiene o no alguna enfermedad. Esto permitiría multiplicar el número de “expertos”, automatizando la detección de virus en hojas a partir de una imagen.

En este trabajo construimos un conjunto de datos con imágenes de hojas de *bell pepper*. Con el apoyo de expertos las hojas fueron etiquetadas en sanas, y hojas infectadas con alguno de los virus mencionados previamente. Estas imágenes fueron procesadas con el objetivo de utilizar técnicas estadísticas y de *machine learning* para generar modelos predictivos para clasificar hojas en sanas o infectadas. De acuerdo a nuestro análisis del estado del arte, este trabajo es pionero en la detección automatizada de los virus PHYVV y PEPGM en plantaciones de *bell pepper* a partir de imágenes de hojas.

El principal aporte de nuestro trabajo es una metodología para automatizar la detección de virus en hojas de chile a partir de una imagen. Siguiendo nuestra metodología construimos 3 modelos predictivos diferentes. Los tipos de modelos y su nivel de precisión fueron: regresión lineal con un 89.67%, redes neuronales con un 93.50% y máquinas de vectores de soporte con un 90.96%.

El resto del documento está organizado de la siguiente forma: en la Sección 2 se aborda el trabajo relacionado a nuestra investigación. Dentro de la Sección 3 explicamos la metodología utilizada a lo largo de la investigación. En la Sección 4 presentamos nuestros resultados experimentales y por último en la Sección 5 presentamos nuestras conclusiones.

## 2 Trabajo Relacionado

Las técnicas para automatizar la detección y clasificación han sido ampliamente utilizadas en el área de la agricultura, por ejemplo, para clasificar diferentes especies de hojas o para detectar virus o enfermedades [4, 5]. Existen diferentes técnicas de *machine learning* que han sido utilizadas para detectar virus en hojas de plantas. Por ejemplo las redes neuronales son ampliamente utilizadas en la detección y clasificación de virus en hojas como se muestra en [6] donde los autores proponen un algoritmo de procesamiento de imágenes para la detección y clasificación del virus *Berry spot* (mancha de bayas) y *Quick wilt* (marchitez rápida) en hojas de chile *black pepper*. En [7], los autores presentan un modelo de reconocimiento de virus en hojas de pera, durazno, manzana y uvas mediante el uso de redes neuronales profundas utilizando el software Caffe para la construcción del modelo. Dicho modelo reconoce 13 tipos diferentes de virus con una precisión promedio de 96.3%. En [8] se presenta una metodología de procesamiento de imágenes de hojas para detectar enfermedades en hojas, dentro de su pre-procesamiento destaca el uso del algoritmo de agrupamiento *K-means* para resaltar características relevantes de las hojas. Utilizaron imágenes de hojas de plantas nativas del valle de Jordán. Posteriormente generaron un modelo de redes neuronales para detectar enfermedades en hojas, como por ejemplo: quemaduras (*early and late scorch*), diferentes tipos de moho (*cottony, ashen*) y manchas blancas que indican presencia de hongos. Los autores reportan una precisión de clasificación de alrededor de 93%.

En el trabajo presentado en [9], vemos el uso de máquinas de vectores de soporte en la clasificación de 10 diferentes especies de hojas de plantas, obteniendo un promedio de detección en todas las especies de 94.74% de precisión.

## 3 Metodología

En esta sección se describe la metodología propuesta para procesar imágenes y construir modelos predictivos para la detección de virus en hojas de *bell pepper*. La Fig. 1 muestra un esquema general con las principales tareas de nuestra metodología para el procesamiento de imágenes y la construcción del modelo de clasificación de hojas de *bell pepper*, las subsecuentes secciones describen cada una de las tareas que componen nuestra metodología.

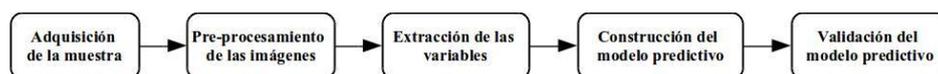


Fig. 1. Diagrama de flujo de la metodología propuesta.

### 3.1 Adquisición de la muestra

Se recolectaron diferentes hojas de chile de la variedad *bell pepper*, las cuales se encontraban plantadas dentro de un invernadero dedicado a investigación. De acuerdo al experto en biología, una forma de

diferenciar una hoja sana de una hoja infectada es enfocándose en los niveles de color amarillo y verde que presenta la hoja. Pero para una persona con poca experiencia en el área resulta muy difícil el diferenciar el estado de una hoja a simple vista, tal y como se muestra en la Fig. 2.



Fig. 2. Ejemplos de imágenes de hojas infectadas con algún virus y hojas sanas.

Siguiendo las recomendaciones del experto en biología, se recolectaron 103 hojas sanas, 103 hojas infectadas por el virus PHYVV y 104 hojas infectadas por el virus PEPGMV, obteniendo un total de 310 hojas recolectadas. El proceso de digitalización se realizó mediante la toma de fotografías utilizando un iPhone 6s (dispositivo móvil) con cámara de 12 MP (Mega píxeles). Con el objetivo de resaltar las características de las hojas, mantener una imagen estable y enfocada se hizo uso de un dispositivo para la estabilización y enfoque del equipo a una altura de 30cm. Cada hoja fue colocada mostrando su área frontal. Por cada hoja se tomaron dos fotografías, una con fondo blanco y una con fondo negro. La finalidad de tener ambos fondos es extraer las características de la hoja en diferentes entornos, obteniendo un total de 620 imágenes.

### 3.2 Pre-procesamiento de las imágenes

Para el pre-procesamiento de las imágenes se optó por utilizar OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*), una biblioteca libre de visión computacional [10]. OpenCV cuenta con numerosas bibliotecas y algoritmos de visión computacional que facilitan la manipulación de las imágenes. Además, OpenCV cuenta con soporte para múltiples lenguajes de programación, en nuestro caso se optó por el lenguaje C++.

En la Fig. 3 se muestra un ejemplo del flujo de pre-procesamiento realizado con ayuda de OpenCV para cada imagen de las hojas. A continuación se describe de manera detallada cada paso de transformación de las imágenes.

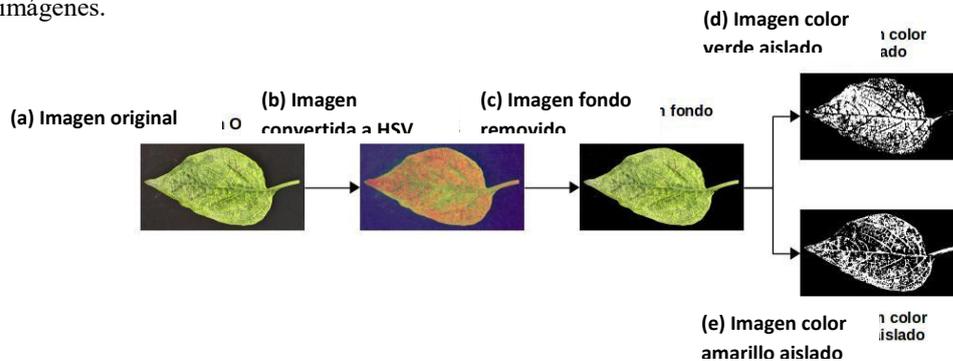


Fig. 3. Flujo seguido en el pre-procesamiento de las imágenes para resaltar los niveles de verde y amarillo en las hojas.

- Imagen original. En la Fig. 3a se muestra la imagen original en formato RGB (*Red, Green, Blue*).
- Imagen convertida a HSV. En la Fig. 3b se muestra el resultado de la conversión de la imagen en RGB a HSV (*Hue, Saturation, Value*). El formato HSV permite manipular el brillo y aislamiento de colores de manera más apropiada para las imágenes de fondo blanco y fondo negro.
- Imagen fondo removido. Con la imagen en formato HSV se procedió a remover el fondo para eliminar la mayor cantidad ruido de la imagen, el resultado se muestra en la Fig. 3c.
- Imagen color verde aislado. Utilizando la imagen sin fondo, se convirtió en una imagen binaria, con el objetivo de resaltar el color verde. Se asignó el valor de 1 al pixel detectado con el color verde y asignando al resto de píxeles el valor de 0, el resultado se muestra en la Fig. 3d.

- e) Imagen color amarillo aislado. Se realizó el mismo proceso que el paso anterior, pero en este caso para resaltar el color amarillo. El resultado se muestra en la Fig. 3e.

### 3.3 Extracción de las variables

Una vez que se obtuvieron las imágenes con los colores verde y amarillo aislados, con ayuda de un experto en biología se procedió a generar los índices considerados más representativos de las hojas para la detección de los virus PHYVV y PEPGMV. Al conjunto de estas variables lo denominamos vector característico. Este vector está formado por las variables que se muestran en la Tabla 1. Cada variable fue calculada para color amarillo y para color verde. Los objetos son conjuntos de píxeles conectados, es decir píxeles adyacentes que comparten un tono de color similar como resultado del pre-procesamiento de imágenes.

Variable	Descripción
PP	Número de píxeles detectados en la hoja.
NO	Número de objetos detectados en la hoja.
NOG	Número de objetos detectados cuyo tamaño es mayor al 1% de la imagen.
TPO	Tamaño promedio de los objetos, representado en píxeles.
TPOG	Tamaño promedio de los objetos filtrados, representado en píxeles.
STO	Estadística que mide la variación en el tamaño del objeto.
STOG	Estadística que mide la variación en el tamaño del objeto filtrado.

**Tabla 1.** Variables extraídas para generar el vector característico de cada imagen, las variables son repetidas para el color amarillo y color verde.

## 4 Resultados Experimentales

Por cada imagen se generó un vector característico de 14 variables con el procedimiento descrito en la sección anterior. Una vez obtenidos los vectores característicos se procedió a anotarlos con una etiqueta de sano / no sano para indicar la presencia o ausencia de virus en la hoja fotografiada y que dieron origen a nuestros vectores característicos. Este conjunto de vectores etiquetados fue utilizado para la construcción y validación de los modelos predictivos. Para esto, el conjunto fue dividido en dos partes de manera aleatoria. El 75% de los vectores fue utilizado en la etapa de construcción del modelo y el 25% restante se utilizó para validar el modelo.

### 4.1 Construcción de modelo predictivo

Para la construcción y validación del modelo predictivo se utilizó el lenguaje R en la plataforma Rstudio. R es un entorno y lenguaje de programación *open-source* y cuenta con una amplia variedad de bibliotecas útiles para realizar análisis de datos, generar gráficas y construir modelos predictivos [11]. Se modificó el conjunto de datos agregando una variable binaria a cada muestra la cual indica si la hoja está “sana” o está “enferma” con algún virus (PHYVV o PEPGMV). El siguiente paso fue el análisis de los datos y la selección de variables con las cuales se entrenaría el modelo, para esto utilizamos el paquete *caret* [12]. Este paquete contiene un conjunto de funciones que facilita el análisis de datos y la construcción de modelos predictivos.

La primera tarea en el proceso de análisis de datos fue detectar la correlación entre variables utilizando la función *cor* [13], dicha función permite asignar un valor de correlación entre variables en una escala de -1 a 1. Si el valor de correlación se acerca a 1 significa que las variables están altamente correlacionadas, por el contrario, el valor de correlación -1 indica un máximo nivel de correlación inversa, el valor 0 es el nivel más bajo de correlación. Se estableció un umbral con un valor absoluto de 0.7, eliminando de nuestro conjunto de datos la mitad de las variables que superaran el umbral. Las variables resultantes a partir del análisis de correlación son: PP\_Verde, PP\_Amarillo, NO\_Verde, TPO\_Verde, STOG\_Verde, NO\_Amarillo, NOG\_Amarillo.

Con las variables filtradas por el análisis de correlación se implementó el método de importancia de las variables con la función *varImp* del paquete *caret*. *VarImp* es una función que, mediante la construcción

de un modelo predictivo *dummy*, calcula la importancia de cada variable en la construcción del modelo, asignándole un valor en una escala de 0 a 100, siendo 100 el valor de más importancia [14]. El resultado de implementar *varImp* con nuestro conjunto de datos se muestra en la Tabla 2. La columna importancia indica el valor asignado a cada variable. Se tomaron en cuenta las variables con un valor de importancia mayor a 15.

Después de filtrar las variables altamente correlacionadas y seleccionar las variables de mayor importancia dividimos el conjunto de datos en dos partes:

4. Conjunto de entrenamiento para utilizarlo como entrada en los modelos predictivos, contiene un 75% de los datos.
5. Conjunto de prueba para validar la precisión los modelos, contiene un 25% de los datos.

Una vez dividido nuestro conjunto de datos, se realizó la construcción de los modelos utilizando nuestro conjunto de datos de entrenamiento.

Para generar un modelo de regresión lineal se utilizó la función *lm*, ésta función pertenece al paquete *stats* que es parte la instalación básica de R [11]. Para generar un modelo de redes neuronales se utilizó el paquete *nnet* [15]. Para generar un modelo de máquinas de vectores de soporte se utilizó el paquete *e1071* y la función *svm* [16].

Variables del modelo	Importancia
PP_Verde	100.00
NO_Amarillo	28.59
NO_Verde	20.06
NOG_Amarillo	17.26
TPO_Verde	15.30
PP_Amarillo	2.89
STOG_Verde	0.00

**Tabla 2.** Resultado de la función *varImp* que muestra la importancia de las variables.

## 4.2 Validación del modelo predictivo

Posterior a la construcción de los modelos, se procedió a validar su precisión. Para esto, se ejecutaron los modelos mediante la función *predict* utilizando el conjunto de prueba. Para cada modelo se generó una matriz de confusión, utilizando la función *confusionMatrix* que permite contrastar los datos generados por la predicción con los datos originales. Nuestros resultados muestran que los modelos generados tienen una alta precisión. Por ejemplo el modelo de redes neuronales presentó la precisión más alta de detección de virus con un 93.54%. La Tabla 3 presenta un resumen de los resultados de cada modelo generado con su matriz de confusión y porcentaje de precisión.

Predicción	Regresión lineal		Redes neuronales		Máquinas de vectores de soporte	
	Sana	No sana	Sana	No sana	Sana	No sana
Sana	97	6	100	3	94	1
No sana	10	42	7	45	13	47
<b>Porcentaje de precisión</b>	<b>89.67</b>		<b>93.54</b>		<b>90.96</b>	

**Tabla 3.** Matriz de confusión y resultados de precisión de cada modelo.

## 5 Conclusiones y Trabajos Futuros de Investigación

En este artículo presentamos una metodología para la detección automatizada de los virus PHYVV y PEPGMV en hojas de *bell pepper*. Siguiendo la metodología propuesta en este trabajo, se extrajo la información representativa de cada imagen para generar un vector característico. Al contar con el vector característico, en el análisis de datos se identificaron las cuatro variables con mayor relevancia para la

construcción de los modelos predictivos. Los modelos generados son capaces de detectar virus en hojas de *bell pepper* con una precisión de hasta 93.54% utilizando redes neuronales.

El implementar un modelo capaz de detectar enfermedades en hojas a partir de una imagen, permite multiplicar el conocimiento de un experto. Esto ayudaría a reducir el uso de agroquímicos, reducir la pérdida de cultivos y mitigar la pérdida de ganancias.

**Agradecimientos.** Agradecemos al CONACYT y a la Universidad Autónoma de Sinaloa por su apoyo y financiamiento para la realización de este trabajo.

## Referencias

- [1] SAGARPA, Producción nacional de chile alcanza 2.3 millones de toneladas, Disponible: [sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGENE052017.aspx](http://sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGENE052017.aspx) Sitio visitado: 20/06/2018.
- [2] N. Melendrez-Bojorquez, E. Antonio Rodríguez-Negrete, M. Magallanes-Tapia, E. Camacho-Beltran, C. Armenta-Anaya, N. Leyva-Lopez y J. Méndez-Lozano, Pepper huasteco yellow vein virus Associated to Sweet Pepper Disease in Sinaloa, Mexico, vol. 100, 2016.
- [3] J. Mendez-Lozano, I. Torres-Pacheco, C. M. Fauquet y R. F. Rivera-Bustamante, Interactions Between Geminiviruses in a Naturally Occurring Mixture: Pepper huasteco virus and Pepper golden mosaic virus, *Phytopathology*, vol. 93, Marzo 2003, pp. 270-277.
- [4] J. Cervantes, J. Taltempa, F. García-Lamont, J. S. R. Castilla, A. Y. Rendon y L. D. Jalili, Análisis Comparativo de las técnicas utilizadas en un Sistema de Reconocimiento de Hojas de Planta, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, vol. 14, 2017, pp. 104-114.
- [5] S. K. Tichkule y D. H. Gawali, Plant diseases detection using image processing techniques, Noviembre 2016, pp. 1-6.
- [6] J. Francis, A. Dhas y A. Bk, Identification of leaf diseases in pepper plants using soft computing techniques, Marzo 2016, pp. 168-173.
- [7] S. Sladojevic, M. Arsenovic, A. Anderla, D. Culibrk y D. Stefanovic, Deep Neural Networks Based Recognition of Plant Diseases by Leaf Image Classification, *Intell. Neuroscience*, vol. 2016, Julio 2016, pp. 6.
- [8] D. Albashish, M. Braik y S. Bani-Ahmad, Detection and Classification of Leaf Diseases using K-means-based Segmentation and Neural-networks-based Classification, vol. 10, Febrero 2011.
- [9] A. Selvaraj, N. Shebiah, S. Ananthi y S. Vishnu Varthini, Detection of unhealthy region of plant leaves and classification of plant leaf diseases using texture features, vol. 15, Enero 2013, pp. 211-217.
- [10] G. Bradski y A. Kaehler, *Learning OpenCV: Computer Vision in C++ with the OpenCV Library*, 2nd ed., O'Reilly Media, Inc, 2013.
- [11] R. C. Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, Vienna, 2018.
- [12] M. K. C. Jed Wing, S. Weston, A. Williams, C. Keefer, A. Engelhardt, T. Cooper, Z. Mayer, B. Kenkel, R Core Team, M. Benesty, R. Lescarbeau, A. Ziem, L. Scrucca, Y. Tang, C. Candan y T. Hunt., *caret: Classification and Regression Training*, 2018.
- [13] R. Taylor, Interpretation of the Correlation Coefficient: A Basic Review, *Journal of Diagnostic Medical Sonography*, vol. 6, 1990, pp. 35-39.
- [14] D. R. Thomas, E. Hughes y B. D. Zumbo, On Variable Importance in Linear Regression, *Social Indicators Research*, vol. 45, noviembre 1998, pp. 253-275.
- [15] W. N. Venables y B. D. Ripley, *Modern Applied Statistics with S*, Fourth ed., New York: Springer, 2002.
- [16] D. Meyer, E. Dimitriadou, K. Hornik, A. Weingessel y F. Leisch, e1071: Misc Functions of the Department of Statistics, Probability Theory Group (Formerly: E1071), TU Wien, 2017.

# Prototipo de asistente inteligente para personas con discapacidad auditiva

Ing. Taku D. Utsuki Alexander

taku\_utsuki@hotmail.com

Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Computación  
Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México

**Resumen.** El avance de la tecnología ha permitido que las personas puedan tener una vida cotidiana, sencilla y cómoda, sin la necesidad de realizar algún esfuerzo extra; sin embargo, la mayoría de esas tecnologías tienen una retroalimentación sonora por lo que no serían una gran utilidad para las personas con discapacidad auditiva. Como solución es proponer un prototipo de asistente inteligente que permita detectar sonido y luego notificar al usuario lo que ocurre; en este caso, con una encuesta realizada previamente se decidió detectar ladridos de perros con el fin de notificar al usuario si tiene una visita, si existe un peligro, etc., respetando que las notificaciones sean accesibles.

**Palabras claves:** AAL, Diseño Universal, Discapacidad auditiva, Aprendizaje de máquina.

## 1 Introducción

Las tecnologías avanzan cada día para proporcionar a las personas con discapacidad mayor comodidad, seguridad e independencia en sus actividades cotidianas. La vida asistida por el entorno (AAL por sus siglas en inglés) [1] aplica muchas de esas tecnologías con el objetivo de identificar actividades y reconocer comportamientos de los humanos que están siendo asistidos en un determinado espacio. Un componente importante de un AAL es su capacidad para reconocer el contexto a partir de los sensores instalados en él, así el sistema podrá asociar a dicho contexto la actividad detectada en el usuario y ejecutar una acción de asistencia predeterminada, por ejemplo, enviar una señal de alerta. La mayoría de los sistemas desarrollados para dar asistencia tienen dificultades para asistir a personas con discapacidad auditiva (PcDA) puesto que se diseñaron principalmente para dar asistencia a personas con discapacidad motriz o visual [2], o bien se debe a que la discapacidad auditiva es considerada como discapacidad invisible porque no es perceptible por los demás.

Este trabajo se enfoca en desarrollar un prototipo de dispositivo con capacidades para ser parte de un AAL que atienda a PcDA. Previamente se realizó una encuesta a personas con la discapacidad mencionada para saber qué tipo de situaciones les sucedían frecuentemente al no poder percibir los sonidos de manera adecuada y que podrían representar algún riesgo. En este caso se escogió los ladridos porque era el que presentaba una mayor puntuación en las encuestas realizadas a los usuarios. Con dicha información se seleccionó una tarea para trabajar que consiste en identificar comportamientos de mascotas para comunicarle a la PcDA. A continuación se presentan los conceptos y proyectos relacionados que se utilizarán como marco de trabajo.

### 1.1 Diseño universal

El concepto de diseño universal *“busca estimular el desarrollo de productos atractivos y comerciales que sean utilizables por cualquier tipo de persona. Está orientado al diseño de soluciones ligadas a la construcción y al de objetos que responden a las necesidades de una amplia gama de usuarios.”* [3], es decir todos los objetos, sistemas, etc, deben poder ser utilizadas por cualquier persona sin importar su condición física, lo que convierte en un reto en desarrollar un hogar inteligente más eficiente y accesible. [2]

Las tecnologías de asistencia existentes no cumplen con los principios del diseño universal, por ejemplo, las personas con discapacidad auditiva (PcDA) no tiene un acceso fácil a esas tecnologías, ya que la mayoría de las notificaciones utilizan un medio sonoro. Adoptar el diseño universal implica atender los siguientes principios:

1. Igualdad de uso.
2. Flexibilidad.
3. Simple e intuitivo.
4. Información fácil de percibir.
5. Tolerante a errores.
6. Escaso esfuerzo físico.
7. Dimensiones apropiadas.

Los sistemas desarrollados para dar asistencia a personas tienen dificultades para asistir a PcDA puesto que fueron pensados originalmente para asistir a personas con discapacidad motriz en personas de tercera edad [4]. La discapacidad auditiva es considerada como discapacidad invisible porque no es perceptible por los demás, en el estado del arte se encontró que la retroalimentación visual ayudaría a las PcDA, como por ejemplo, mandar notificaciones por medio de mensajes, parpadeos continuos en los focos, o similar [5,6].

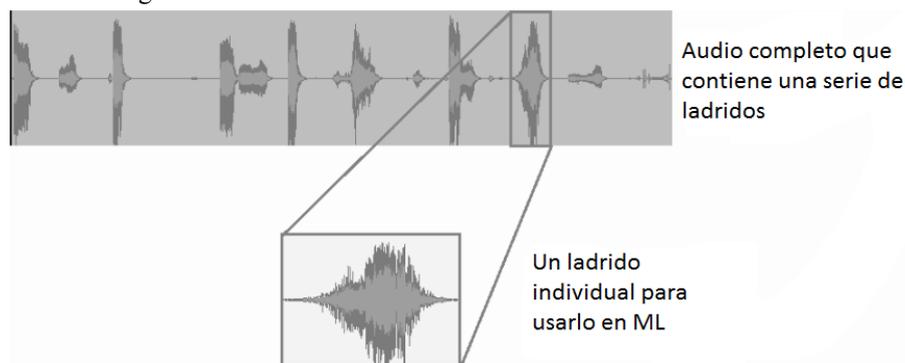
## 1.2 Aprendizaje de máquina para clasificación de sonidos

Un aprendizaje de máquina (Machine Learning, ML) es aquel algoritmo que se encarga de extraer características en un conjunto de datos y encontrar un patrón para poder crear modelo matemático que pueda aprender y predecir o clasificar futuros datos.

En un sonido existen varias características que se pueden extraer [7], en este reporte se extraerán 6:

- Coeficientes Cepstrales en las Frecuencias de Mel (MFCC, del inglés): coeficientes para la representación del habla.
- Cromagrama: Representación de los 'pitch', es decir alturas entre cada sonido.
- Espectrograma escalada de Mel: Son las escalas de cada 'pitch'.
- Contraste espectral: Son las diferencias entre el sonido principal y el sonido de fondo.
- Centroide tonal (en algunos textos es conocido como tonnetz): Representación del espacio tonal.
- Tasa de cruce por cero: Tasa donde cambian los signos a lo largo del sonido.

Para usar ML en un sonido, es necesario dividir los audios en sonidos individuales, gráficamente es como se aprecia en la Fig. 1.



**Fig. 1 Obtención de ladridos a partir de un audio.**

## 2 Estado del Arte

Existen dispositivos que permiten detectar sonidos en particular (detector de puertas, de alarmas, etc.) [8], [9] si pensamos en un escenario donde en un hogar sólo vive una PcDA, se verá forzado a comprar todos esos sensores lo que eleva el costo de adquisición para una vida de confort y de seguridad, por esta razón, quizás, es necesario desarrollar un solo sensor inteligente que pueda dar la misma asistencia que los demás tal como lo proponen amazon o google [10], [11].

Se puede mencionar también el trabajo realizado por Naveen et al. [12], que consistía en una aplicación que da asistencia a personas con discapacidad mental, visual y auditiva; para la parte auditiva, usaron un algoritmo para reconocer lenguajes de señas, u otros dispositivo similares como los que desarrollaron la empresa Motionsavvy que tiene el mismo funcionamiento, con la diferencia es que el aparato podía traducir el lenguaje de señas en el idioma (en ese caso en inglés) de la persona receptora en forma sonora [13]; otros detectan un sonido particular y avisan al usuario en forma de parpadeo de luces, desarrollado por la empresa LG, bajo el nombre de “Smart Lamp” [14].

Boddapati et. al., realizaron un trabajo que consiste en clasificar audios comunes que se pueden escuchar dentro del hogar transformándolos en imágenes [15], ese trabajo servirá de apoyo para la elaboración de este trabajo, ya que los objetivos son similares, sin embargo; el prototipo además tendrá avisos a usuarios.

Cummins et. al., clasificaron ladridos de perros para determinar sus emociones en un momento dado, ellos realizan una comparación entre algunas características para observar con cuáles son más eficientes [16]; será de utilidad para determinar las características necesarios para que el algoritmo que estará en el prototipo sea la más robusta.

Abdallah y Fayyoubi [17], crearon una aplicación Android para PcDA que permite reconocer voz y texto para posteriormente traducirlos en lenguajes de señas en forma de imágenes, aunque este trabajo no se trabajará con lenguajes de señas, si lo hará para mandar un mensaje de texto por medio de una aplicación.

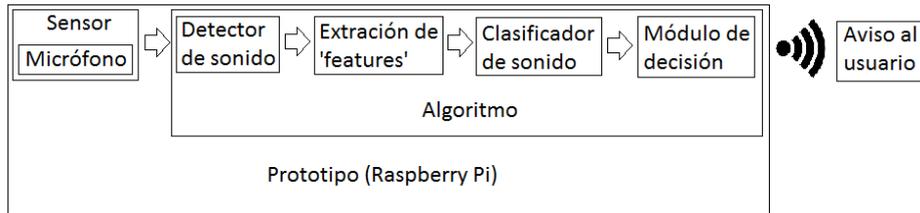
Un punto importante con esos desarrollos sobre el lenguaje de señas es que no es universal, ni siquiera existe un lenguaje fijo para un mismo país, ya que existen diferentes “dialectos” [18], por lo que esos dispositivos se tendrían que programar para cada dialecto que existe alrededor del mundo. Otro punto importante es la iluminación si se requiere usar para detectar varios sonidos, el foco o led se tendría que iluminarse en una amplia gama de colores o de frecuencia, de un momento a otro puede llegar a confundir al usuario por todos los cambios de iluminación, (aunque algunas empresas ofrecen avisos por texto e iluminación).

## 3 Diseño del prototipo

Debido a la escasez de sistemas inteligentes para la asistencia a PcDA, se propone diseñar un prototipo que beneficie a las PcDA, cumpliendo con los principios de diseño universal.

El prototipo realizará el trabajo de detectar ladridos de un perro en el ambiente por medio de aprendizaje de máquina, con la finalidad de determinar lo que ocurre en esos momentos, un ejemplo sería, cuando un intruso se encuentra en el patio trasero, por instinto el perro ladrará, entonces el sistema detectará su ladrido, por las características detectadas esta situación supone un riesgo para la PcDA por tanto, se le deberá notificar a su celular u otro dispositivo de manera accesible, así evitando repetidas advertencias en un corto período de tiempo.

En la Fig. 2, se puede apreciar el funcionamiento que tendrá el prototipo.



**Fig. 2 Diagrama del prototipo.**

### 3.1 Raspberry-pi

Se utilizará un computador de placa reducida Raspberry-Pi debido al fácil manejo de diversos proyectos que utilizan el ML, un ejemplo es el trabajo realizado por Naveen et al. [12], que dió asistencia a personas con discapacidad auditiva, mental y visual.

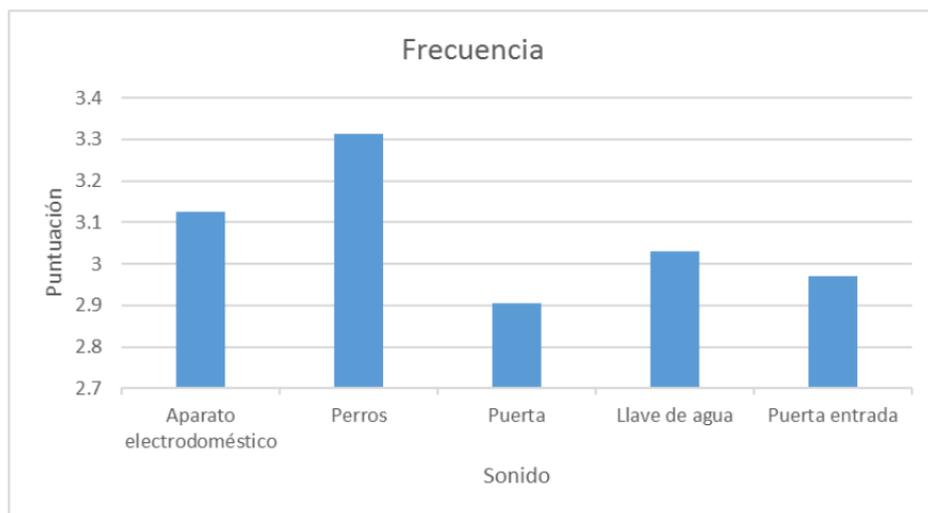
### 3.2 Limitaciones

Algunas limitaciones que se pudieran presentar durante el desarrollo del prototipo son las siguientes:

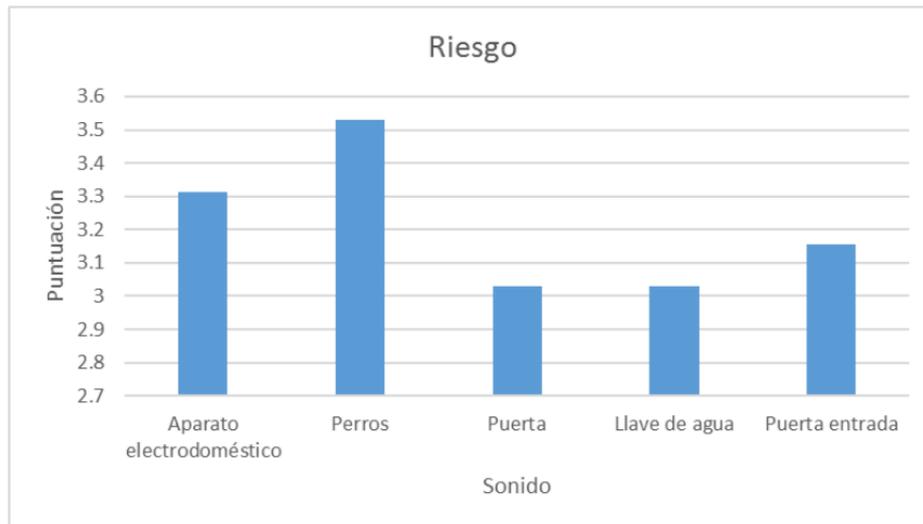
- El entrenamiento de los algoritmos hará uso de bases de datos disponibles en internet. Las pruebas requerirán la preparación de un set con una mascota o bien con un audio que contenga un ladrido.
- Se supondrá que solamente hay un perro a la vez en el ambiente para evitar confusiones por parte del algoritmo de aprendizaje.
- El dispositivo estará en un cuarto, por lo que se supone que el perro estará aproximadamente a 4 m de distancia del prototipo

## 4 Metodología

Como se mencionó anteriormente se realizó una encuesta para una población de 32 personas, todas ellas son PcDA, utilizando la metodología de encuesta Likert que sirvió para detectar el problema y la necesidad de los usuarios, tomando en cuenta como base a la mayor puntuación, se revisarán los artículos publicados sobre aprendizaje de máquina que den referencia al resultado obtenido; como son los ladridos de perros. Ver Figura 3 y 4.



*Fig. 3 Resultados por el más frecuente*



*Fig. 4 Resultados por el más riesgoso*

Se utilizaron 72 audios, de las cuales 24 eran ladridos, otros 24 son ladridos imitados por humanos y las restantes son sonidos entre estornudos y tocando la puerta, inicialmente solo se trabajó con los ladridos y los hechos por humanos; finalmente se trabajó con los ladridos y los sonidos de estornudo y tocando puerta. En ambos pares de sonidos se utilizó el algoritmo del Análisis Discriminante Gaussiano, (GDA, por sus siglas en inglés).

Para asegurar que el prototipo no tenga ningún fallo de uso por parte de los usuarios, será necesario realizar varias pruebas de eficiencia, esto es cumpliendo con lo siguiente:

- Notificar al usuario a lo más en 2 segundos.
- Diseño universal para la fácil manipulación del prototipo.
- Verificar que la Raspberry-Pi tenga la capacidad de procesamiento, en caso contrario se seleccionará otra placa de computador que puede ser la BeagleBone.
- El usuario debe estar satisfecho con las advertencias.

Sin embargo el prototipo aún se encuentra en su fase de diseño, por lo que la realización de pruebas en laboratorio y con los usuarios se hará a futuro.

## 5 Conclusiones e investigaciones futuras

En este trabajo se propuso un prototipo que dará asistencia a PcDA, con el motivo de motivar a más investigadores a desarrollar diversas tecnologías que apoyen en ese grupo de personas, puesto que si se tiene éxito, dará asistencia a otros grupos de personas (discapacidad motriz, mental, visual, etc.).

Los resultados obtenidos del algoritmo de aprendizaje de máquina fueron las esperadas:

- En la comparación de ladridos y los hechos por humanos, se reconoció que todos eran ladridos, es decir los 48 ladridos los clasificó como ladridos.
- Mientras tanto en la comparativa de ladridos y sonidos de estornudo y tocando la puerta, los clasificó correctamente.

Además se espera que al realizar las pruebas con los usuarios, es decir con las PcDA, los resultados sirvan para mejorar o rediseñar el prototipo para obtener una mayor confiabilidad en las notificaciones.

Como trabajo a futuro se entrenarán más audios diferentes a las usadas en este trabajo para hacer el prototipo más robusto, además de implementar un algoritmo de aprendizaje más eficaz o simplemente combinar esos algoritmos.

**Agradecimientos.** Agradezco a los revisores por los comentarios pertinentes y a CONACYT por su apoyo económico para el desarrollo de este trabajo.

CVU: 853299

## References

- [1] Monekosso, D., Florez-Revuelta, F., Remagnino, P., "Ambient Assisted Living", *IEEE Intelligent Systems*, 2015.
- [2] Wiehr, F., Witte, C., Voit, A., Kärcher, D., Weber, D., et. al, "Challenges in Designing and Implementing Adaptive Ambient Notification Environments", *UBICOMP/ISWC' 16*, pp. 1578–1583, 2016.
- [3] Utsuki, T. "Accesibilidad en las viviendas de interés social del programa 'Casa Justa' en Ciudad Cautel, Mérida", *Tesis de licenciatura*, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, 2016.
- [4] Zgheib, R., De Nicola, A., Villani, M. L., Conchon, E., Bastide, R., "A Flexible Architecture for Cognitive Sensing of Activities in Ambient Assisted Living" *2017 IEEE 26<sup>th</sup> International Conference on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises*, pp. 284–289, 2017.
- [5] Stainslow, J., Bempong, J., Behm, G., "Accessible Smart Home System for the Deaf and Hard-of-Hearing" *New York Cyber Security and Engineering Technology Association Conference, National Technical Institute for the Deaf*, 2015.
- [6] Gugenheimer, J., Plaumann, K., Schaub, F., Di Campli, P., Duck, S., Rukzio, E., "The Impact of Assistive Technology on Communication Quality Between Deaf and Hearing Individuals" *Conference on Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing*, pp. 669–682, 2017.
- [7] Librosa, "Feature extraction", <https://librosa.github.io/librosa/feature.html>, recuperado el 26 de mayo de 2018.
- [8] Lutfi, R., Heo, I., "Automated detection of alarm sounds", *The Journal of the Acoustical Society of America*, vol 132, 2012.
- [9] Stainslow, J., Behm, G., "Programmable Sound Detection", *2<sup>nd</sup> Annual Effective Access Technology Conference*, 2014.
- [10] Amazon, <https://www.amazon.com/dp/B00X4WHP5E>, recuperado el 26 de mayo de 2018.
- [11] Google Home. (s.f.). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: mayo 26, 2018 desde [https://es.wikipedia.org/wiki/Google\\_Home](https://es.wikipedia.org/wiki/Google_Home).
- [12] Naveen, K., Surendranath, P., Shekar, K., "Assistive Device for Blind, Deaf and Dumb People using Raspberry-pi", *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, vol 3, pp 279-285, 2017.
- [13] MotionSavvy, <http://www.motionsavvy.com/about.html>, recuperado el 10 de abril de 2018.
- [14] Hopping, C., "LG innovates Smart Bulb to aid deaf smartphone users", *ITPro*, <http://www.itpro.co.uk/mobile/21901/lg-innovates-smart-bulb-to-aid-deaf-smartphone-users>, recuperado el 10 de abril de 2018.
- [15] Boddapati, V., Petef, A., Rasmusson, J., Lundberg, L., "Classifying environmental sounds using image recognition networks", *Procedia Computer Science*, vol 112, pp 2048-2056, 2017.
- [16] Cummins, N., Hantke, S., Schnieder, S., Krajewski, J., Schuller, B., "Classifying the context and emotion of dog barks: a comparison of acoustic feature representations", *Compare*, vol 40, 2017.
- [17] Abdallah, E., Fayyoumi, E., "Assistive Technology for Deaf People Based on Android Platform", *Procedia Computer Science*, vol 94, pp 295-301, 2016.
- [18] Parkhurst, S., Parkhurst, D., Spanish Sign Language Survey, *SIL Electronic Survey Reports*, 2007-008, 2006.

# **XIII. Ingeniería de Software**



# Internet of things on Smart warehouse in Industry 4.0

Hector Alejandro Galvez Lopez<sup>1</sup>, Marco Antonio Perez Cisneros<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad De Guadalajara- Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Periférico Norte N° 799, Núcleo Universitario Los Belenes, C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México.

<sup>2</sup> Universidad De Guadalajara- Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Av. Revolución #1500 Modulo "O" S.R., Col. Universitaria, C.P. 44860, Guadalajara, Jalisco, México.

<sup>1</sup>hector.galvez@cucea.udg.mx, <sup>2</sup>marco.perez@cucei.udg.mx

**Summary.** Industry 4.0 was presented in 2013 as strategy of German government. This paper present a review of advances in Industry 4.0 on information technologies where internet of things in supply chain provide information to track multiple components in process, apply this advances in smart warehouse environment provide tools to get better performance and reduce cost. Inventory in physical location management based models calculated by smart agents on line considering smart demand and personal mass production paradigms. Working with cyber-physical and virtual information Systems to improve simulation process in order to connect all stages in warehouse. High flexibility and operation in warehouse demand implementation of technologies like Internet of things, protocols of communication, cloud and Web services to achieve strategic management goals. In this research gets potential technologies that can be apply in smart warehouse model.

**Keywords:** Industry 4.0, Internet of things, smart warehouse, Supply chain, cyber-physical system.

## 1 Introduction

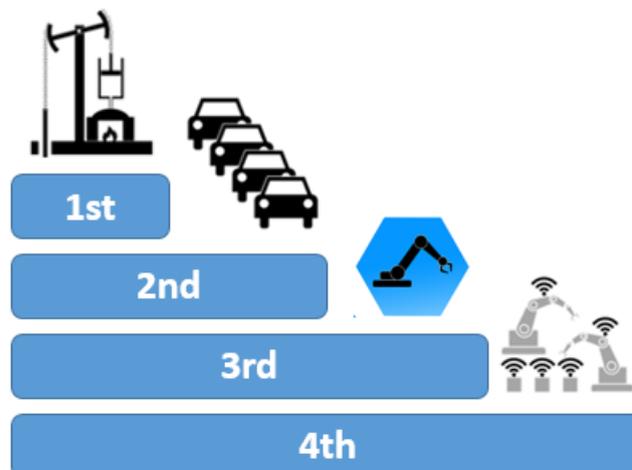
Four stage in industry was proposed by German government as part of long time strategic in 2013 as china government did later (Kagermann, Helbig, Hellinger, & Wahlster, 2013), the evolution of each ones based in high changes in way to do process on manufacture, Supply chain areas management implementation of new technologies. Different technologies that allow classification stage of industrialization since begin steps. Where in stage 1 Mechanization, water power and steam power. Stage 2 has Mass production assembly line and electricity. On Stage 3 Computer and automation finally Industry 4.0 working with Information technologies Cyber physical systems (CPS) and Virtual information systems (VIS) (Wang, Wan, Zhang, Li, & Zhang, 2016).

1<sup>st</sup>. Steam engines

2<sup>nd</sup>. Production line

3<sup>rd</sup>. Computerized automation

4<sup>th</sup>. Connected Physical Systems

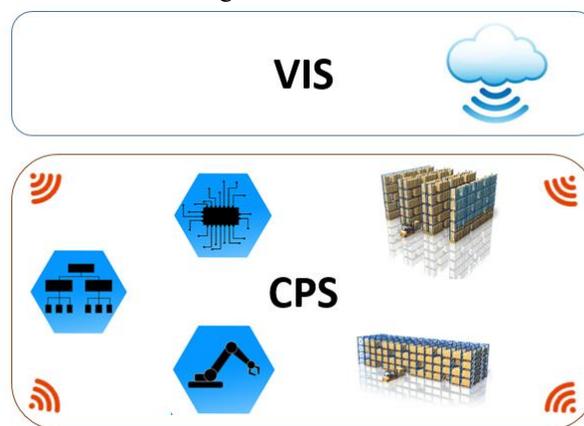


**Fig 1** Four stage of Industry evolution.

Information technologies as Internet of things (IoT) to develop new stage in industry apply to supply chain areas, as part of supply chain smart warehouse request models to grow productivity and low cost, those ones are challenge to management area (GUBÁN & KOVÁCS, 2017). Advances IT area as IoT provide tools to change paradigms in manufacture and storage, VIS and CPS connected on line tacking end to end process, Implementation in smart warehouse is avoid in this document.

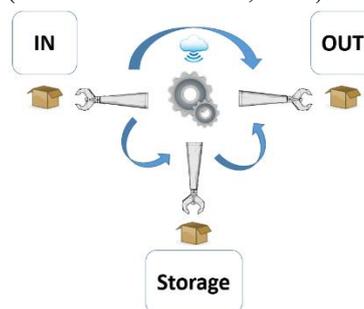
## 2 State of the Art

Research using IoT apply them to Industry 4.0 is call Industry Internet of Thing (IIoT) new advances in Radio-frequency identification (RFID) areas (Valente & Neto, 2017) and in Wireless and sensors to consolidate technology Wireless sensor network (WSN) (Li, et al., 2017), propose a low cost and efficient option playing a role in smart warehouse management.



**Fig 2** VIS and CPS communication model.

CPS provide location information based on wireless technologies using sensor and tag, this information in smart warehouse environment generate options to use mathematical model of organization using VIS to simulate best scenarios warehouse design and product allocation (Heragu, Du, Mantel, & Schuur, 2005) and (Ene & Öztürk, 2012), that information flow back to control points to re order products to get better performance in logistic and storage (Mosterman & Zander, 2016).



**Fig 3** CPS move base in Iot technologies.

Optimization of space and flow based on run simulations options connected by wireless to products in all supply chain steps allow connectivity with Enterprise planning resources (ERP) from different vendors, logistics provider, and warehouse. Iot help organization to use different technologies base on them needs, standard of communications one of the challenges found in research areas.

The mass production customizer and personalize paradigm open the discussion for a smart demand cover by supply chain using internet of things to cover orders come from different sources web services, cloud services or ERPs to allocate supply in smart warehouse to those orders (Qin & Cheng, 2017).

### 3 Methodology used

An order place in a technology platform Web, Cloud or ERP flow into VIP system where a mathematic model will select the best supply available to cover the order and send a signal to change the status, add order ID and ship tracker number to the object.

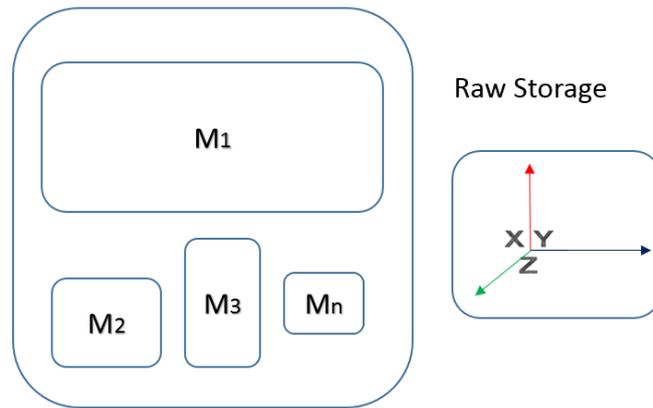


Fig 4 Simulation VIP model to order materials.

### 4 Experimental Results

Things in warehouse connected to a wireless devices to be track and fallow status generate a challenge for a current protocol of communication, read and write communication between Things and devices generate high quantity of information that needs to be manager in a VIS to be proceed for a simulation base on incoming material and outgoing material to:

- Allocate material in psychical location in warehouse base on:
  - Existing orders
  - Partial Order
  - No Order
- Allocate material to the orders base on variants location in X, Y and Z position, days in hub and EOL process.
- Flow the material to departure stage.

Material tracking in warehouse environment connected by WSN and RFID to change status and cover orders fallow a simple model to complete an order ( $C_j$ ) that needs to get all material ( $M_i$ ) assigned by technology sources base on a VIP simulation have the order ID and tracking number in their tag will be update in the CPS. Co is allow to move departure area. Resource (R) available in hub to cover the order. A not complete order miss one or more material will remain in warehouse.

$$C_j : \text{Complete order}$$

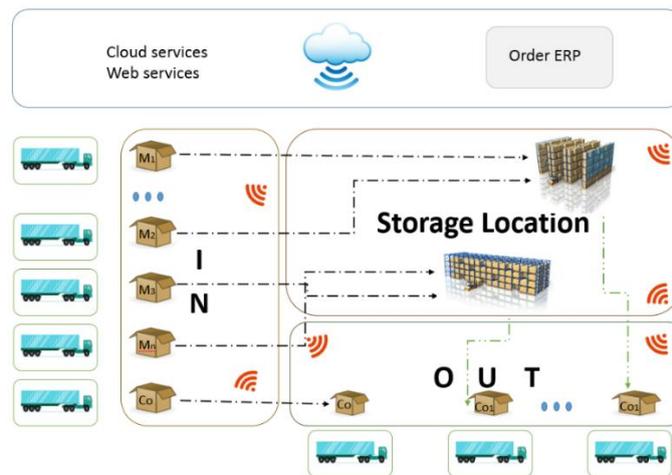
$$\sum_{i \in R_{C_j}} M_i = |R_{C_j}|, \forall j$$

$$\sum_{i \in R_{C_j}} M_i \neq |R_{C_j}|, \forall j$$

Not Complete order

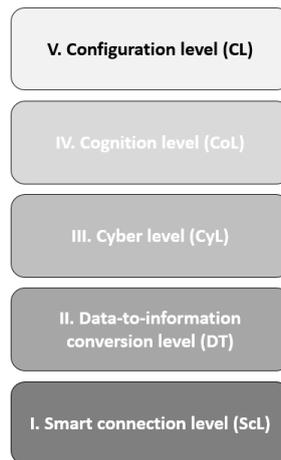
$$M_i \in \{0,1\}, \forall i \in R_{C_j}$$

The VIS can allocate material since incoming process start this process allow to complete orders that have missing material and to move them direct to the departure area (Maraden, Hardjawana, & Vucetic, 2018).



**Fig 5** Smart warehouse flow.

In order to work with 5 CPS levels of architecture VIP control the information flow to this collaboration stage that allow monitor and update physical changes to the material information tags (Lee, Bagheri, & Kao, 2015).



**Fig 6** Cyber-physical system 5 levels architecture.

## 5 Conclusions and Directions for Future Research

VIP control CPS based in mathematics model to order, track and flow material in smart warehouse propose the opportunity to down cost in physical locations and optimize the process of smart warehouse.

Model of communication based on protocols allow limit of quantity of things connected in simultaneity, the challenge to high demand of objects connected all time give the opportunity to generate new research in this area.

**Acknowledgments.** We want to Thanks Universidad de Guadalajara for all the help and support and Professor David Felipe Medina Mayorga from University National of Colombia for his collaboration.

## References

- Ene, S., & Öztürk, N. (2012). Storage location assignment and order picking optimization in the automotive industry. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 60(5-8), 787-797.
- GUBÁN, M., & KOVÁCS, G. (2017). INDUSTRY 4.0 CONCEPTION. *ACTA TECHNICA CORVINIENSIS*, 112-114.
- Heragu, S. S., Du, L., Mantel, R. J., & Schuur, P. C. (2005). Mathematical model for warehouse design and product allocation. *International Journal of Production Research*, 43(2), 327-338.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Berlin: ACATECH.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 18-23.
- Li, X., Li, D., Wan, J., Vasilakos, A. V., Lai, C.-F., & Wang, S. (2017). A review of industrial wireless networks in the context of Industry. *Wireless Netw*, 23-41.
- Maraden, Y., Hardjawana, W., & Vucetic, B. (2018). Contention resolution algorithm for industrial Internet-of-Things networks. *Internet of Things (WF-IoT), 2018 IEEE 4th World Forum on*. Singapore: IEEE.
- Mosterman, P. J., & Zander, J. (2016). Industry 4.0 as a Cyber-Physical System study. *Softw Syst Model*, 17-29.
- Qin, S.-F., & Cheng, K. (2017). Future Digital Design and Manufacturing: Embracing Industry. *Chin. J. Mech. Eng.*, 1047-1049.
- Valente, F. J., & Neto, A. C. (2017). Intelligent Steel Inventory Tracking with IoT / RFID. *IEEE International Conference on RFID Technology & Application (RFID-TA)* (pp. 158-163). Warsaw, Poland: IEEE.
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 158-168.

# Impacto de la minería de datos en las Pymes de México

Coral Parra Montalvo <sup>1</sup> y Fernando Vázquez Torres <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional IPN - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas UPIICSA - Av. Té 950, Granjas México ,08400 Ciudad de México, CDMX  
cory089@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional IPN - Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas UPIICSA - Av. Té 950, Granjas México ,08400 Ciudad de México, CDMX  
fvazquezt@gmail.com

**Abstract.** La expectativa de vida de las empresas en México al momento de nacer es de un año en promedio, en tanto que los principales obstáculos para el crecimiento de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) son la falta de crédito, el exceso de trámites gubernamentales e impuestos altos, finanzas débiles, falta de objetivo, mala organización, falta de tecnología. El 81% de los empleos son proporcionados por las Pymes y generan el 52% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. En México se están adoptando nuevas tendencias en tecnología para las Pymes como la implementación de Minería de Datos que genera conocimiento en base a datos históricos para tomar decisiones acertadas de datos predictivos y descriptivos para dar solución a problemáticas como pérdida de clientes, marketing no acertados, pérdidas de dinero, productividad tardía, futuro incierto.

**Keywords:** Minería de datos, Semma, KDD, CRISP-DM, Pymes.

## Introducción

Dentro de las nuevas tecnologías de innovación que actualmente son utilizadas por las grandes compañías transnacionales para tener éxito es la minería de datos, la cual nos proporciona la obtención de información de forma acertada para la toma de decisiones en las organizaciones y hacer frente a problemáticas que enfrentan como, fianzas débiles, pérdida de clientes, marketing no acertados, pero no necesariamente necesitan tener deficiencias la organización para decidir implementar esta innovación y poder crecer o expandirse en el mercado nacional e internacional, gracias a este proceso nos ayuda a pronosticar el comportamiento de los clientes, los productos más vendidos, clientes que presentan ciertas similitudes entre otras.

En la actualidad la minería de datos está llegando poco a poco a las Pymes como una solución a diferentes necesidades que enfrentan las pequeñas y medianas empresas ya que son un sector de la economía que presenta muchas carencias en todos los sectores y áreas para poder subsistir en el mercado debido al alto índice de mortalidad del 78% en su primer año vida al nacer y 2 de cada 3 empresas creadas en México sin importar la región o estado mueren en los primeros 5 años.

La minería de datos es un conjunto de técnicas y herramientas que ayudan a minimizar las deficiencias de las organizaciones, pero también debe saber que la utilidad no se basa solo en empresas, es empleada para cualquier ciencia o disciplina enfocada a diferentes necesidades como pronosticar el clima, los índices de violencia, desastres naturales, estudios de medicina, psicología, etc.

## Las Pymes en México.

Las Pymes en México son un pilar muy importante de la economía ya que a pesar de tener tantas dificultades y carecer de todo en las organizaciones, ellas “generan el 72% de la fuerza laboral y contribuyen en la producción del 52% del Producto Interno Bruto (PIB) del país” [1]. Como una medida

para mitigar el impacto de las problemáticas que enfrentan las Pymes, debe considerar implementar minería de datos como una solución correctiva a diferentes necesidades desde organizacionales hasta de producción o para alcanzar las metas esperadas, sin embargo en algunas ocasiones no se implementan dichas técnicas y herramientas por falta de información porque se desconoce los beneficios que proporciona, las empresas suelen pensar que estos métodos son costosos o tienen miedo al cambio [2] pero realmente la minería de datos no tiene que ser costosa para una Pyme puede utilizar herramientas Open Source como son Weka, Orange, Knime entre otros de libre distribución, sin invertir mucho solo debe contar con una base de datos histórica de la organización para obtener información relevantes del pasado, presente y futuro para su descubrimiento.

Las Pymes en nuestro país tienen un futuro muy incierto ya que solo consiguen sobrevivir un año, pero cuando sobrepasan su primer año de vida la expectativa crece y aumenta a 8.2 años, mientras que, si sobrevive sus primeros 5 años, lograría alargar su existencia a los 9.9 años, y a 12.5 años [3], si pervive su primera década por tal motivo es necesario tomar medidas de innovación para impulsar las Pymes en nuestro país y esto no se debe pasar desapercibido, ya que ellas generan más empleo que las organizaciones grandes o los comparativos.

Con la minería de datos se puede pronosticar el futuro de las organizaciones con técnicas de estadística, matemática y financiera entre otros métodos de innovación que ayudara a crecer y expandirse

“El comercio internacional está asociada a las grandes empresas o cooperativitos pero las pequeñas y medianas empresas no participan en actividades económicas internacionales o de inversión debido a que tienen desventajas” [4] como ya se ha mencionado y por ello forman parte de las cadenas de distribución de las grandes organizaciones ya que no pueden competir, en la actualidad las Pymes están cambiando su pensamiento y han tomado iniciativas con ayuda de la minería de datos para exportar sus productos y dejar de ser solo cadenas de distribución, con estas herramienta pueden determinar el mercado al cual se dirigen, los productos más vendidos, las necesidades de los clientes, mejor la atención de los mismos o pronosticar el comportamiento de la empresa en determinadas temporadas o años por mencionar algunos beneficios.

## **Como determinar el uso de la minería de datos**

La minería puede ser usada para todo tipo de situaciones, problemas o simplemente cuando pretendemos crecer como organización o expandirse para obtener mayores ingresos no necesariamente debemos estar en un momento crítico de la empresa para hacer uso de ella, pero si presentamos algunas deficiencias en la organización que obstaculizan el crecimiento como problemas de calidad, problemas en la concentración de la información, incertidumbre en la toma de decisiones, uso de repositorio informativo no confiable, manejo de información a otros departamentos erróneamente, pérdidas de capital por proyectos no acertados, acceso a información que no pueda ser analizada de una forma rápida, por tal razón es necesario hacerse estas 4 preguntas.

*¿Qué pasó?, ¿Qué pasa ahora?, ¿Por qué pasó?, ¿Qué pasará?* [5]

En la minería de dato existen técnicas y metodologías para todo de tipo de escenarios de problemáticas desde las usuales en las áreas de ventas, atracción de clientes, finanzas, recursos humanos, publicidad, procesos de administración, hasta lo nuevo como el análisis de redes sociales.

Dentro de los beneficios de la minería de datos se encuentran: Descubrir información no esperada, analizar grandes volúmenes de datos, ayudar a la toma de decisiones estratégicas, retención de clientes, incrementar ventas, extraer información enfocada a clientes, ofrecer servicios de calidad, abrir nuevas

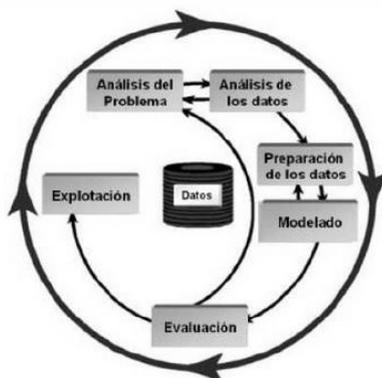
oportunidades de negocios, ahorra tiempo en la toma de decisiones, mostrar el comportamiento de la empresa entre otras.

Existen 3 tipos de metodologías para la minería de datos los cuales son las más populares en el mercado como SEMMA (Sample, Explore, Modify, Model, Assess), KDD (Knowledge Discovery in Databases), CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) son de libre distribución, están orientada para situaciones reales que se suscitan en las empresas u organizaciones y no en teorías. Se tiene como objetivo solucionar las problemáticas que enfrentan y pronosticar de una manera adecuada una solución.

Fases de Semma y actividades que se realizan: SAMPLE: En esta etapa se preparan los datos para su explotación y se toma la muestra para modelarla no debe ser muy grande pero tampoco pequeñas esta nos debe proporcionar información valiosa. EXPLORE: En esta etapa se exploran los datos para descubrir posibles relaciones entre ellos. MODIFY: Se seleccionan y se trasforman variables para construir modelos. MODEL: Se centra su atención en la aplicación del modelo en base algoritmos de regresión, regresión logística, árboles de decisión, análisis factorial discriminante, redes neuronales. ASSESS: Esta es la última fase donde se evalúan los datos obtenidos y se comparan los resultados con los esperados.

Fases de KDD y actividades que se realizan: La minería de datos para el descubrimiento de información se da en 5 etapas con el proceso de KDD que consiste en: 1. Seleccionar el tipo de datos para el estudio, 2. Preprocesamiento de los datos es la preparación y limpieza de los datos para el análisis, 3. Transformación para el tratamiento de los datos y generar nuevas variables de estudio para el análisis, 4. Data mining es la implementación de métodos inteligentes para extraer información desconocida o relevante de utilidad 5. Interpretación y evaluación en esta etapa se obtienen los resultados del modelo para la solución.

La metodología CRISP-DM que tiene 6 fases de desarrollo, es una de las más populares ya que su principio se centra en sucesos reales de las organizaciones se hace uso de algunos algoritmos como los de asociación, arboles, clasificación, entre otros para diferente necesidad que requieran, este proceso se obtendrá en la cuarta etapa [6].



**Figura1:** Muestra la metodología CRISP-DM.

A continuación, se describe cada una de las etapas que son 6 de forma breve:

Fase I. Análisis del problema, en esta etapa se establece cual es el problema a resolver, que herramientas se utilizarán y se diseñan los objetivos a seguir para dicho proceso. Fase II. Análisis de los datos, se realiza la recolección de los datos para el estudio y se formulan posibles hipótesis. Fase III. Preparación de los datos, en la siguiente fase se lleva el proceso ETL que significa extracción, transformación y carga de los datos. Fase IV. Modelado, se hace uso de algunos algoritmos como son los de agrupación, árboles de decisión y método de evaluación de los datos. Fase V. Evaluación, se obtienen los resultados de los diferentes

algoritmos aplicados y se compara la información obtenida con lo esperado. Fase VI. Explotación, esta etapa ejecuta la solución para dicha problemática.

## Técnicas de minería de datos

Las técnicas de predicción son utilizadas para pronósticos las ocurrencias de eventos como las compras que realiza un cliente cada terminado tiempo, pronosticar el clima, el tráfico de las ciudades entre otras, esto nos ayuda a tomar decisiones acertadas.

Las técnicas de agrupamiento poseen datos que mantienen similitudes entre cada grupo, pero diferente al resto de los demás como puede ser la agrupación que existe entre plantas y animales.

Las técnicas de reglas de asociación permiten establecer las posibles relaciones comunes de sucesos que pueden conducir a nuevos eventos.

Las técnicas de clasificación son clases que se agrupan de diferentes formas y en este grupo se encuentra los arboles de decisión y reglas de inducción.

## Conclusión

La minería de datos es una innovación que a mostrados resultados para impulsar las Pymes a crecer en el mercado nacional e internacional en la toma de decisiones acertadas con patrones y tendencias de la organización con bases de datos históricos, fundamentada con técnicas y herramientas que muestran resultados acertados para las empresas ,esta tecnología no es exclusiva de los grandes corporativos, sino que es un gran aliado de la pequeñas y medianas empresas para tener un futuro estable, por tal motivo la minería de datos es una inversión que puede ser aplicada a las empresas ya que no es costosa y existen software y modelos de Open Source o de libre distribución para aquellas empresas que tienen la visión de alcanzar sus metas, hacer crecer su negocio o simplemente aquellas empresas que no están obteniendo los resultados esperados.

## Referencia

- [1] Condusef, «Pymes,» condusef.
- [2] INEGI, «SE DIFUNDEN ESTADÍSTICAS DETALLADAS SOBRE LAS MICRO, PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS DEL PAÍS,» 13 Julio 2016. [En línea]. Available: [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016\\_07\\_02.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_07_02.pdf). [Último acceso: 28 06 2018].
- [3] INEGI, «inegi.org.mx,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/investigacion/Experimentales/Esperanza/default.aspx>.
- [4] P. ( . c . ). Pablo Orlandi, «Las Pymes y su rol en el Comercio Internacional,» Centro de Estudios para el Desarrollo Exportador – CEDEX , p. 15.
- [5] J. C. Díaz, «Introducción al Business Intelligence,» de Introducción al Business Intelligence, Barcelona , UOC, 2010, p. 233.
- [6] J. C. ( . R. K. ( . T. K. ( . T. R. ( . C. S. ( . y. R. W. ( . Pete Chapman (NCR), «crisp-dm.eu, » 2001. [En línea]. Available: <http://crisp-dm.eu/>. [Último acceso: 28 06 2018].

# Minería de datos para establecer un modelo didáctico para prevenir enfermedades zoonóticas en el Oriente del Estado de Yucatán

Dr. Miguel Ángel Couoh Novelo<sup>1</sup>, Br. Miguel Antonio Kuk Ake<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín, Avenida Final Aeropuerto Cupul  
s/n Tizimín, Yucatán 97700, México  
miguelcouoh@gmail.com

**Resumen.** El tema de la ganadería en el oriente del Estado de Yucatán ha sido un detonante en el área informática para realizar diferentes tipos de investigación, como, un sistema de alertas al detectar patógenos zoonóticos en bovinos en el Oriente del Estado de Yucatán, dicha investigación surge dado que en las unidades ganaderas del Oriente del Estado de Yucatán no cuentan con un sistema capaz de identificar si los animales se encuentran enfermos, por lo consiguiente se torna en un problema grande debido a que al no ser identificados siguen estando en contacto con los demás animales, de forma que su propagación se acelera, poniendo en riesgo la salud tanto de sus bovinos como la de los seres humanos, a causa de que la mayoría de las enfermedades son zoonóticas, es decir, son transmitidas del ganado bovino a las personas.

**Keywords:** minería de datos, zoonótico, patógenos, modelo didáctico, alertas.

## 1 Introducción

De acuerdo al Diario Oficial de la Federación en el año 2002 se tomó el acuerdo que establece la regionalización ganadera en el Estado de Yucatán, quedando de la siguiente manera:

La región ganadera de la zona oriente en el Estado de Yucatán, comprenderá los municipios de Buctzotz, Chichimilá, Quintana Roo, Temozón, Valladolid, Calotmul, Dzitás, Río Lagartos, Tinum, Cenitillo, Espita, San Felipe, Tixcacalcupul, Cuncunul, Kaua, Sucilá, Tizimín, Chemax, Panabá, Tekom, Uayma, Dzilam de Bravo, Dzilam González y Temax.

De acuerdo al censo agropecuario en el periodo 2016 con la Información relacionada con las unidades de producción que realizan las actividades agrícolas, ganaderas o forestales en Yucatán, evaluado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) es de un terreno de 108,997.

Sin embargo, esta actividad primaria se ve en desventaja cuando las enfermedades zoonóticas se presentan en el ganado bovino dando paso a nuevas infecciones que si no se tienen el cuidado debido pueden propagarse hasta producir grandes daños en el sector ganadero, la salud pública, el comercio y por consecuencia la economía.

Otros de los problemas considerados importantes es que los trabajadores que laboran actualmente en las unidades ganaderas no cuentan con un control de procedimientos para contrarrestar alguna infección, debido a que los conocimientos que posee han sido de manera empírica y como resultado no tienen el cuidado adecuado ante una infección desconocida, trabajan sin la vestimenta adecuada y los recursos con los que cuenta son muy reducidos.

Por los datos anteriormente presentados, que se obtuvieron con el instrumento de la observación directa, se considera importante contar con un modelo didáctico con el cual el trabajador pueda apoyarse ante alguna duda, todo con el fin de mejorar la economía ganadera pues entre más control de las enfermedades menos descensos de ganado bovino habrá en la zona, y por ende menos probabilidad de transmitir estas enfermedades a los que tienen contacto cercano con el animal.

## 2 State of the Art

La sociedad en la actualidad es considerada la sociedad de la información, donde la revolución digital ha hecho posible que la información digitalizada sea fácil de capturar, procesar, almacenar, distribuir y transmitir. La Minería de Datos (MD) es una parte importante de un proceso más amplio conocido como

descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD en inglés). El objetivo principal de la MD consiste en la extracción de información oculta de un conjunto de datos. [9]

Entre las técnicas de la minería de datos se encuentra la de árbol de decisiones para este proceso se utilizó otra herramienta denominada WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis), que proporciona implementaciones de algoritmos de aprendizaje que puede aplicar fácilmente a su conjunto de datos. También incluye una variedad de herramientas para transformar conjuntos de datos, como los algoritmos de discretización y muestreo”. [12] Así mismo un “árbol de decisión es un conjunto de condiciones organizadas en una estructura jerárquica, de tal manera que permite determinar la decisión final que se debe tomar siguiendo las condiciones que se cumplen desde la raíz del árbol hasta alguna de sus hojas.” [10]

Por otra parte, antes de abundar el tema de los modelos didácticos es necesario señalar que el término “modelo” en didáctica aparece como un estereotipo de posible alternativa a la enseñanza-aprendizaje. También se puede afirmar que un modelo didáctico es un esquema mediador entre la realidad y el pensamiento, una estructura en torno a la que se organiza el conocimiento y tendrá siempre un carácter provisorio y aproximativo a la realidad. Por otra parte, también se constituye en un recurso para el desarrollo técnico y la fundamentación científica de la enseñanza, con la finalidad de evitar que continúe siendo “una forma empírica y particular”, alejada de cualquier formalización. [4]

Considerando que existe una gran variedad de modelos didácticos y de acuerdo al estudio realizado, se implementa el constructivismo debido a que toma como elemento central de toda su teoría, el hecho de que el alumno no es una jarra vacía que ha de ser llenada por conocimientos. Afirma que los alumnos no parten de cero ante lo que nosotros consideramos que puede ser nuevo para ellos. El alumno lo que hace es construir nuevos significados a partir de los datos que ya tenía en su cabeza bien sea ampliando o reconstruyendo; es decir trabaja sobre una base ya existente.

El término zoonosis es un término que muy pocas personas conocen, en el año de 1959 la OMS definió como “las enfermedades e infecciones que se transmiten de los animales al hombre y viceversa”. [2] La mayoría de las enfermedades infecciosas son causadas por agentes que se transmiten en forma directa o indirecta desde diferentes animales al hombre. Estas enfermedades están causadas por virus, bacterias, hongos, protozoos y helmintos. [6] Se define como patógenos a agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades a su huésped. Este término se emplea normalmente para describir microorganismos como los virus, bacterias y hongos, entre otros. [7]

Entre la cantidad de enfermedades zoonóticas, se pueden encontrar tres principales que prevalecen en la zona Oriente del Estado de Yucatán, lo cuales son, la Brucelosis, Tuberculosis y Anaplasmosis. La brucelosis, también llamada fiebre Malta o fiebre ondulante, es una enfermedad infecciosa que ataca a varias especies de mamíferos, la transmisión al humano se da a través del contacto directo con secreciones de animales infectados, por el consumo de subproductos de origen animal contaminados. [5]

La tuberculosis bovina es una enfermedad bacteriana crónica que, en ocasiones, afecta a otras especies de mamíferos se transmite a los seres humanos por la leche de las vacas enfermas, e inicialmente produce lesiones intestinales y faríngeas. Las principales puertas de entrada son por el sistema respiratorio, el tejido linfático de la bucofaringe, el intestino y la piel. La vía de contagio más común es la vía respiratoria. [11]

La Anaplasmosis es causada por rickettsias, produce una anemia progresiva, asociada a la presencia de cuerpos de inclusión intracelular, la ocurrencia de la enfermedad se asocia a la presencia de la garrapata Otra forma de transmisión es a través de agujas, jeringas, descornadores, mochetas y otros instrumentos empleados en las prácticas rurales cuando los mismos no son desinfectados correctamente y faciliten el pasaje de sangre rápidamente de un bovino infectado a otro susceptible. [1]

### **3 Metodología utilizada**

En esta sección, se describe brevemente la versión supervisada del modelo para prevenir enfermedades zoonóticas. Para el correcto funcionamiento de esta versión supervisada, se consideran los siguientes puntos.

#### **3.1 Descripción de la zona de estudio**

La delimitación del área de trabajo para conocer la problemática, consistió en establecer diferentes zonas como fue el Municipio de Tizimín, Sucilá y Espita.

#### **3.2 Recopilación de información**

El principal motivo por el que se investigó en diferentes fuentes se debió al enriquecimiento del conocimiento de las enfermedades zoonóticas, así como averiguar cuál ha sido el impacto en las unidades ganaderas, la salud pública, comercio y la economía, de igual manera conocer y ampliar que estudios o avances existen para prevenir estas enfermedades.

#### **3.3 Estudio de los procesos**

Se realizó una investigación literaria extensa acerca de las enfermedades zoonóticas presente en el trópico húmedo mexicano, con el fin de conocer la principal consecuencia en las unidades ganaderas, posterior a los datos recabados se realizó un concentrado de las principales infecciones zoonóticas que afectan las entidades de producción bovina en el oriente del Estado de Yucatán, se consideró más la zona de Tizimín, Espita y la cuenca lechera que se encuentra en la localidad de Sucilá.

#### **3.4 Determinación del tamaño de la muestra**

Se llegó a la conclusión que para la determinación de la muestra habría que realizarla por conglomerado. Como lo señala Otzen & Manterola en año 2017 “El muestreo por conglomerados dentro de una región, ciudad, etc., para posteriormente elegir unidades más pequeñas como, por ejemplo, cuerdas, colonias, fraccionamientos, entre otros, y finalmente elegir una más pequeña”. [8]

#### **3.5 Instrumentos de obtención de información**

Para este trabajo se realizaron entrevistas, con la finalidad de desarrollar preguntas cerradas, abiertas y de opción múltiple para ampliar el conocimiento de las actividades laborales y cotidianas que realizan los encargados de las unidades ganaderas, así mismo para que el entrevistado tenga mayor oportunidad de expresarse sin limitaciones y la información proporcionada sea confiable y certera.

#### **3.6 Aplicación de encuestas Análisis de datos obtenidos**

La aplicación de las entrevistas se realizó en dos etapas, en fechas diferentes, la primera entrevista consistió en interrogar al personal que labora directamente con el ganado bovino, para este proceso se visitó a los trabajadores de la región en sus viviendas. La segunda etapa de la entrevista radicó en visitar al trabajador en las unidades ganaderas en donde labora, este proceso fue con la finalidad de poder observar si existe algún cambio de comportamiento y actitudes al momento de realizar la entrevista.

### 3.7 Análisis de datos obtenidos

La razón correspondiente al uso de esta herramienta de trabajo SPSS se debió a que cumple con los procesos de minería de datos, que consiste en detectar la información procesable de las grandes cantidades de datos.

El proceso de la minería de datos consistió en los siguientes pasos de acuerdo con Beltrán, B. [3]

1. Desarrollo y entendimiento del dominio de la aplicación, el conocimiento relevante y los objetivos del usuario final.
2. Creación del conjunto de datos objetivo, seleccionando el subconjunto de variables o ejemplos sobre los que se realizará el descubrimiento.
3. Preprocesado de los datos.
4. Transformación y reducción de los datos.
5. Elección del tipo de sistema para minería de datos.
6. Elección del algoritmo de minería de datos.
7. Minería de datos. En este paso se realiza la búsqueda de conocimiento con una determinada representación del mismo.
8. Interpretación del conocimiento extraído.
9. Consolidación del conocimiento descubierto.

## 4 Resultados experimentales

Con base en la información recabada en las entrevistas y con la ayuda del programa SPSS se realizaron los análisis correspondientes.

El total de los entrevistados el 100 % fueron hombres de los cuales el 3.3 % son menores de 20 años, mientras que 10 % se encuentra entre los 20 y 30 años, 20 % están en un rango de 31 y 40, por otra parte, el 26.7 % tiene una edad entre de los 41 y los 50 el resto que corresponde al 40 % son mayores de 50 años de edad. El promedio de antigüedad laboral fue de 76.7 % tiene más de 11 años, el 16.7 % ha trabajado en un rango de 6 a 11 años; solo dos personas tienen menos de 5 años en el sector ganadero.

Otras variables que se analizaron fueron las siguientes:

Variable 1. Grado de escolaridad, de acuerdo a los datos recopilados se indica que las personas que laboran en las unidades ganaderas cuentan con la escolaridad mínima, el análisis de la información corresponde al 23.3 % de los encuestados solo cuenta con la Secundaria, mientras que el 70 % solamente tiene la primaria, solo dos personas indicaron que no tiene ningún grado académico.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Sin estudio	2	6.7	6.7	6.7
	Primaria	21	70.0	70.0	76.7
	Secundaria	7	23.3	23.3	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

Tabla 5. Grado de escolaridad

Con base en la variable de aplicación de medicamentos asociada a la manera de suministrar, indicaron que el 73.3 % utiliza bomba de aspersión, mientras que solo el 13.3 % cuenta con un estanque de agua donde el ganado es introducido. El resto del personal utiliza las bombas de aspersión introduciéndose donde se encuentran todo el animal bovino

¿Cómo realizan esta aplicación de la sustancia?			¿Durante el año, en que tiempo se puede apreciar el incremento de las garrapatas?		Total	
			Enero-Abril	Octubre-Diciembre		
Lotes	Durante ese tiempo, ¿cuántas veces se le aplica el medicamento ?	Semanal	Recuento % del total	0.0%	11.5%	11.5%
		Quincenal	Recuento % del total	11.5%	57.7%	69.2%
		3 semanas	Recuento % del total	3.8%	0.0%	3.8%
		Mensual	Recuento % del total	3.8%	11.5%	15.4%
	Total	Recuento % del total	19.2%	80.8%	100.0 %	
Donde están todos los animales	35. Durante ese tiempo, ¿cuántas veces se le aplica el medicamento?	Quincenal	Recuento % del total		100.0%	100.0 %
		Total	Recuento % del total		100.0 %	100.0 %
Total	Durante ese tiempo, ¿cuántas veces se le aplica el medicamento ?	Semanal	Recuento % del total	0.0%	10.0%	10.0%
		Quincenal	Recuento % del total	10.0%	63.3%	73.3%
		3 semanas	Recuento % del total	3.3%	0.0%	3.3%
		Mensual	Recuento % del total	3.3%	10.0%	13.3%

Total	Recuento % del total	16.7%	83.3%	100.0 %
-------	-------------------------	-------	-------	------------

**Tabla 2.** Asociación de los periodos de incremento de las garrapatas, el tiempo de aplicación y forma de aplicar el medicamento

La minería de datos es la extracción no trivial de información por lo consiguiente para este punto del reconocimiento de patrones acerca del comportamiento que los encargados realizan en su oficio laboral se generaron árboles de decisiones con el cual fueron implementadas con el programa gratuito denominado WEKA

## 5 Conclusiones y direcciones para futuras investigaciones

Considerando los factores que se presentaron al momento de realizar el patrón de comportamiento de la minería de datos en conjunto con los análisis correspondientes al programa SPSS, se consideraron aspectos principales.

Por lo consiguiente se plantea lo siguiente.

<b>TIEMPO</b>	Talleres con una duración máxima de 1 hora.	<b>Actividad</b>	Taller
<b>ÁMBITO</b>	Asociación ganadera		
<b>LECCIÓN</b>	Conocimientos de las enfermedades zoonóticas	<b>REFERENCIAS</b>	Análisis de Minería de Datos
<b>ENFOQUE</b>			
Formación básica a partir de una metodología de enseñanza que permita mejorar los procesos de aprendizaje; en conjunción con el desarrollo de habilidades, actitudes, valores y conocimiento empírico, que le permita concientizar al trabajador de las unidades ganaderas sobre los riesgos que ocasiona las enfermedades zoonóticas en la salud humana.			
<b>PROPÓSITOS GENERALES DE LA LECCIÓN</b>			

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el personal que labora en la unidad ganadera conozca los principios fundamentales de las enfermedades zoonóticas.</li> <li>• Que el encargado de las unidades ganaderas identifique los riesgos que conlleva a la salud humana así mismo tenga la capacidad de reaccionar de manera correcta ante una infección zoonótica.</li> <li>• Que el vaquero practique hábitos saludables para prevenir enfermedades, accidentes y situaciones de riesgo a partir del conocimiento.</li> </ul>		
<b>COMPETENCIAS QUE SE FAVORECEN</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de términos desde la perspectiva científica.</li> <li>• Toma de decisiones informadas para el cuidado de la salud humana y bovina y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.</li> </ul>		
<b>APRENDIZAJES ESPERADOS</b>		<b>CONTENIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la importancia del cuidado de la salud bovina y humana.</li> <li>• Comprende los procesos correctos ante una infección zoonótica.</li> <li>• Involucra los procesos adecuados en su vida laborar para convertirlo en un hábito para mejora continua.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Qué son las enfermedades zoonóticas y cuál es el modo de infección?</li> <li>➤ Importancia de la salud bovina y humana.</li> <li>➤ Conocer el cuidado necesario para prevenir alguna infección zoonótica.</li> <li>➤</li> </ul>
<b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b>		
<b>Inicio del taller.</b>		
Tiempo	Actividad	Materiales
15 minutos	❖ Se creará un diálogo para conocer datos	Fotografías en digital,

	<p>laborales, por ejemplo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>¿Cómo se traslada a la unidad ganadera?</i></li> <li>➤ <i>¿Viaja todos los días?</i></li> <li>➤ <i>¿Cuántos años lleva laborando con el ganado bovino?</i></li> </ul> <p>❖ Comentarán con los encargados de las unidades ganaderas acerca de las diferentes enfermedades que conocen: derriengue, carbón, etc. Abarcarán las preguntas relacionadas con el termino zoonótico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>¿Qué tipos de enfermedades conocen?</i></li> <li>➤ <i>¿De qué manera identifican a un ganado con alguna infección?</i></li> <li>➤ <i>¿Han tenido contacto con un hato infectado?</i></li> <li>➤ <i>¿Cuáles son las medidas de cuidado realizan?</i></li> <li>➤ <i>¿Qué acción se maneja con el ganado enfermo?</i></li> <li>➤ <i>¿Conocen el termino de enfermedades zoonóticas?</i></li> <li>➤ <i>¿Consideran que una infección bovina puede propagarse a los seres humanos?</i></li> </ul>	
<b>Desarrollo del taller</b>		
Tiempo	Actividad	Material

<p>30 minutos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Se les proporcionará una hoja de preguntas que deberá responder en relación al video denominado Biología: Zoonosis que se encontrar el siguiente hipervínculo <a href="https://www.youtube.com/watch?v=FqR1pCg1o">https://www.youtube.com/watch?v=FqR1pCg1o</a> IM la hoja de preguntas constará de las siguientes <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>¿Qué entiende por el termino salud?</i></li> <li>➤ <i>¿Cuáles son los tres tipos descontaminantes?</i></li> <li>➤ <i>¿Cuál es la forma más común de contaminantes biológicos?</i></li> <li>➤ <i>¿A qué se refiere el termino Zoonosis?</i></li> <li>➤ <i>¿Cómo se trasmite una enfermedad zoonótica?</i></li> <li>➤ <i>¿Cuáles son algunas de las medidas de prevención que pudieras aplicar?</i></li> </ul> </li> <li>❖ Se reunirán en equipos para compartir sus ideas y analizarán las respuestas entre todos con la finalidad de centralizar el tema.</li> <li>❖ Se explicará las maneras de transmisión de una enfermedad zoonótica con la visualización de la presentación en power point</li> <li>❖ En equipos generaran un procedimiento de pasos de deberían seguir en caso de interactuar con un animal infectado</li> </ul>	<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Video, Hojas en blanco, Lápiz, Presentación de Power Point, proyector, bocinas, pantalla de tripié</p>
<p><b>Cierre del taller</b></p>		
<p>Tiempo</p>	<p>Actividad</p>	

15 minutos	<p>Se elegirá a un representante por equipo, cada representante tendrá que realizar una actividad que se presenta a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Expresar como se sintió con el taller.</li> <li>❖ Dar una explicación rápida de lo que aprendió.</li> <li>❖ Realizar una demostración de la forma en la que debería actuar con algún bovino infectado.</li> </ul> <p>Realizaran una reflexión con ayuda de preguntas que los encargados deseen cuestionar.</p>
MATERIAL Y RECURSOS DIDÁCTICOS	EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS
<p><b>Videos</b> <b>Hojas de preguntas</b> <b>Presentaciones</b></p>	<p>Realizaran una demostración de la forma en la que deberían actuar frente a un hato infectado con alguna enfermedad zoonótica.</p>
ADECUACIONES CURRICULARES Y OBSERVACIONES GENERALES	

## Referencias

- [1] Agromeat. (29 de julio de 2014). <http://www.agromeat.com>. Obtenido de <http://www.agromeat.com>: <http://www.agromeat.com/152788/anaplasmosis-y-piroplasmosis>
- [2] Agudelo-Suárez, A. N. (2012). Aproximación a la complejidad de las zoonosis en Colombia. REVISTA DE SALUD PÚBLICA, 325-339.
- [3] Beltrán, M. B. (s.f.). Minería de datos. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 1-67.
- [4] Chrobak, R., & Leiva, M. (2006). Mapas Conceptuales Y Modelos Didácticos De Profesores De Química. Universidad Nacional del Comahue, Argentina, 1-8.
- [5] DGE. (2012). Manual de Procedimientos Estandarizados para la Vigilancia Epidemiológica de la Brucelosis. Dirección General de Epidemiología, 47.
- [6] Dolcini, G. (2010). Zoonosis virales. Área de Virología – FCV-UNCPBA, 4.
- [7] Gut Microbiota, f. H. (2015). Agente patógeno. Microbiota Intestinal y Salud de la Sociedad Europea de Neurogastroenterología y Motilidad.
- [8] Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. International Journal of Morphology, 227-232.

- [9] Pérez-Palacios, T., Caballero, D., Caro, A., Rodríguez, P., & Antequera, T. (2014). Applying data mining and Computer Vision Techniques to MRI to estimate quality traits in Iberian hams. *Journal of Food Engineering*, 82-88.
- [10] Robles, Y., & Sotolongo, A. (2013). Integración de los algoritmos de minería de datos 1R, PRISM e ID3 a PostgreSQL. *Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, 389-406.
- [11] the Center for Food Security & Public Health, I. S. (2009). Tuberculosis bovina. *College of Veterinary Medicine*, 1-7.
- [12] Witten, H., Eien, F., Hall, M., & J., C. (2016). *The Weka Workbench*. Morgan Kaufmann.

# Optimización del proceso de certificación para laboratorios metrológicos bajo el estándar ISO/IEC 17025:2005

José Alfredo Aguirre Puente<sup>1</sup>, María de Jesús Rodríguez Vargas<sup>2</sup>, José Miguel Barrón Adame<sup>3</sup> y Marisol Arroyo Almaguer<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle-Huanímaro km. 1.2, Valle de Santiago, Guanajuato, 38400. México  
jaaguirre@utsoe.edu.mx

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle-Huanímaro km. 1.2, Valle de Santiago, Guanajuato, 38400. México  
mjrodriguez@utsoe.edu.mx

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle-Huanímaro km. 1.2, Valle de Santiago, Guanajuato, 38400. México  
mbarrona@utsoe.edu.mx

<sup>4</sup> Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle-Huanímaro km. 1.2, Valle de Santiago, Guanajuato, 38400. México  
marroyoal@utsoe.edu.mx

**Resumen.** Cada día nuevos requerimientos para acreditación de los procesos de certificación de los laboratorios metrología son cada vez más estrictos y minuciosos. Constantemente se presentan nuevos y grandes avances respecto al tema de la calidad, y los laboratorios metrológicos no están exentos de ello pues la trascendencia e influencia que tienen en relación al sector industrial es de lo más relevante.

La norma ISO/IEC-17025:2005 propone una serie de requisitos que deben cubrir los laboratorios metrológicos que tengan interés en demostrar que su operatividad se encuentra acorde a dichos requerimientos establecidos por la norma en cuestión y con ello ser susceptibles de certificarse bajo la valoración de empresas nacionales que emitan tales certificados.

El presente artículo muestra el diseño e implementación de procesos y documentos que facilitan a los laboratorios metrológicos se certificados por organismos nacionales basados en normas internacionales.

**Abstract.** Every day new requirements for accreditation of certification processes of metrology laboratories are increasingly strict and thorough. There are constantly new and great advances regarding the issue of quality, and metrological laboratories are not exempt from this, because the importance and influence they have in relation to the industrial sector is the most relevant.

The ISO / IEC-17025: 2005 standard proposes a series of requirements that must be met by metrological laboratories that have an interest in demonstrating that their operation is in accordance with said requirements established by the standard in question and thus be capable of being certified under the evaluation of national companies that issue such certificates.

This article shows the design and implementation of processes and documents that facilitate metrological laboratories to be certified by national organizations based on international standards. This article shows the design and implementation of a series of processes and documents that facilitate metrological laboratories to be certified by national bodies based on international standards.

**Keywords:** metrology, standards, testing and calibration laboratories, certification, accreditation.

## 1 Introducción

Para la acreditación de los laboratorios de metrología, deben seguir una serie de pasos, que contribuyen a asegurar que en estas empresas se ofrecen servicios de calidad.

Acreditar estas certificaciones es importante, pues sus servicios inciden sobre actividades, productos y procesos del sector industrial, obteniendo estas certificaciones pueden garantizar que sus servicios o productos son de calidad internacional.

Para lograr obtener este tipo de acreditaciones, los procesos de los laboratorios metrológicos se alinean a normas internacionales, como la ISO/IEC-17025:2005 (assessment, 2005), cuyo propósito es regular todas las zonas de trabajo y desarrollo de los laboratorios.

Como parte del proceso de acreditación, uno de los factores a considerar es un sistema de generación de documentos que facilite la verificación y control de funcionamiento del equipo e instrumentación de los laboratorios que estén relacionados con los procesos en que se emitan resultados de los ensayos y pruebas realizados por el laboratorio, a fin de garantizar una certeza y confiabilidad de los servicios realizados.

El presente trabajo de investigación se enfocó en maximizar la probabilidad de éxito de que un laboratorio de metrología fuese avalada por una entidad nacional como la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA, 2018) y la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC, 2018), principalmente, basado en los procesos de la empresa y los servicios que realizado, y derivado de ello emitir certificados de ensayos o calibraciones diversas.

## 2 Estado del arte

Para dar sustento al análisis, la documentación generada, estudio e implementación de metodología de la norma en cuestión y procesos involucrados, se optó por implementar todo en un ambiente real en un laboratorio de metrología con matriz en Querétaro y oficinas en San Juan del Río, Monterrey, México, Puebla, Aguascalientes, San Luis Potosí y Guadalajara, pidiendo mantener su nombre confidencial.

Si bien la empresa seguía la metodología que establece la norma mencionada, era la parte de documentación, cálculos y generación de evidencia la que representó el mayor obstáculo, por ello la mayor parte del análisis se centró en la generación de las evidencias que facilitarían el proceso de acreditación, especialmente en cuanto al servicio al cliente, parte primordialmente observable por los organismos certificadores y cuestión en la cual los documentos se generaban a mano, ocasionando que aunque el laboratorio realizaba sus procesos de buena manera, esta parte era muy rudimentaria y no favorecía a la obtención de las certificaciones pretendidas por el laboratorio.

## 3 Metodología de la norma ISO/IEC-17025:2005

La estructura de la norma ISO/IEC-17025:2005 (assessment, 2005) está conformada por cinco capítulos que a continuación se describen brevemente (figura 1):

- 1°. Corresponde al objetivo y campo de aplicación
- 2°. Menciona referencias normativas.
- 3°. Se enfoca a términos y definiciones.
- 4°. Requisitos de gestión a implementar para el aseguramiento de la calidad de los resultados de los análisis de las diversas mediciones.
- 5°. Refiere requerimientos técnicos a implementar para demostrar una competencia técnica de los servicios ofrecidos por el laboratorio.



Fig. 1. Estructura de la norma ISO/IEC 17025:2005.

### 3.1 Los principales objetivos de la norma ISO/IEC 17025:2005

La norma ISO/IEC 17025:2005 (assessment, 2005) contempla de manera general los siguientes aspectos: Establecer bajo una norma internacional una verificación de la competencia de los laboratorios para la realización de calibraciones y ensayos; La facilitación de la interpretación y de la aplicación de requerimientos, minimizando ambigüedades, divergencias; Aplicar la ISO mencionada para abarcar desarrollo de nuevos métodos y muestreo; Eliminar ambigüedades en la aplicación de las ISO 9001 y 9002.

### 3.2 Proceso de implantación y acreditación norma ISO/IEC 17025:2005

En todos los laboratorios de metrología debe seguirse de manera similar el mismo proceso de acreditación de la norma, el cual consta de 3 etapas:

Etapas I. Implementación de la norma.

- a. Sensibilización del personal.
- b. Valoración de la situación actual.
- c. Diseño de la propuesta.
- d. Generación de la documentación.
- e. Implementación de la prepueta
- f. Auditoría interna

Etapas II. Proceso de acreditación ante la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) (ENAC, 2018).

- a. Solicitud de la acreditación. Realizar la solicitud expresa de la acreditación y preparar la evaluación.
- b. Evaluación Preliminar. La ENAC designará un equipo auditor para realizarla.
- c. Evaluación de la documentación. Antes de la evaluación dentro del laboratorio debe realizarse un análisis de los documentos técnicos que se generan al interior.
- d. Auditoría dentro de la empresa. Se contempla la evaluación de procesos.
- e. Dictamen de certificación. La comisión de acreditación debe tomar la decisión y comunicarla al solicitante. Si es positiva, emite el certificado de acreditación; caso contrario, determinará acciones necesarias a atender para subsanar las desviaciones.

Etapas III: Emisión del certificado de acreditación. El certificado autoriza al laboratorio a usar la marca ENAC y debe contener sus datos.

- a. Mantenimiento de la acreditación. La ENAC evalúa periódicamente a los laboratorios acreditados y realiza visitas y auditorías de reevaluación y seguimiento.
- b. Ampliación de la certificación. El laboratorio podrá solicitar una ampliación a su certificación en el momento que lo desee.

## 4 Resultados.

A continuación se presentan una parte de los formatos de la documentación que forman parte de la solución diseñada e implementada, reflejando la información que facilitará de la certificación, en este caso aplicado en el laboratorio de metrología especificado.

El siguiente formato (figura 2) es referente al servicio de calibración.

Pegado de datos de cliente

[ ] [ ] [ ] [ ] No. orden de trabajo

[ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] No. certificado de calibración

BDE	NOMBRE CLIENTE	CALLE Y NÚMERO	COLONIA	CÓDIGO POSTAL	CUIDAD	ESTADO	RFC	EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	SOFTWARE	NOMBRE
[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

Pegar aquí

No. de oferta comercial	[ ]
No. orden de trabajo	[ ]
No. certificado de calibración	[ ]

SENSOR	[ ]
NO. SERIE	[ ]
PALPADO	[ ]
RADIO	[ ] μm
LUGAR DE CALIBRACIÓN	Instituciones del cliente

**Fig. 2. Datos del Cliente**

El siguiente formato (figura 3) diseñado y desarrollado corresponde a las órdenes de trabajo (OT). La información es emitida cuando el encargado del servicio por parte del laboratorio acude a las instalaciones del cliente a realizar el servicio de calibración.

Dado que la información fue sistematizada, algunos datos se llenan automáticamente cuando se registran los solicitados en el formato anterior (figura 2).

Logo de la Empresa	ORDEN DE TRABAJO (Work Order)	Formato: (Format)
		Revisión: (Revision)
Fecha de emisión de la orden (Date of order)	No. de orden de trabajo: (Work order number)	
	No. de cert. de calibración: (Calibration Certificate Number)	
<b>Datos del cliente (Customer Data)</b>		
Empresa (Company) :	Colonia (Colony) :	
Dirección (Address) :	Estado (State) :	C.P.:
Ciudad (City) :		
Contacto (Contact) :	E-mail:	
Tel. (Telephone) :		
<b>Datos del instrumento a calibrar (Data of the instrument to be calibrated)</b>		
Equipo (Equipment)	Software:	
Marca (Brand)	Modelo (Model)	
<b>Fecha programada de inicio de servicio: (Scheduled date of service)</b>		
<b>Observaciones sobre el cliente y el instrumento a calibrar (Customer comments and the instrument to be calibrated)</b>		
Sin observaciones.		
Ingeniero de servicio: (Service Engineer)	Ingeniero de aprobación del servicio: (Service approval Engineer)	

**Fig. 3. Datos del cliente**

El siguiente formato (figura 4) corresponde a la información que aporta los datos del sitio en que fue realizado el servicio, llámese calibración o ensayo. En este caso la empresa lo utilizo para la realización de calibraciones. Este formato es de vital importancia, ya que si bien la mayoría de las calibraciones tienen lugar dentro de las instalaciones del laboratorio, también pueden ocurrir en las instalaciones del cliente (en sitio) cuestión que puede afectar de gran manera las mediciones.

Logo de la empresa	DATOS EN SITIO (Site Data)	Formato: (Format)
		Revisión: (Revision)
<b>Análisis de condiciones ambientales previas (Analysis of previous environmental conditions)</b>		
	Acceptable No acceptable No aplica	<b>Observaciones (Observations)</b>
Temperatura ambiental	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Sin observaciones.
Vibraciones perceptibles	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Condiciones eléctricas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Calidad del aire a presión	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Transferencias térmicas	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Pruebas de movilidad	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Equipo de cómputo	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Otras observaciones:	Sin observaciones.	
<b>Es posible realizar la calibración (Calibration is possible)</b>	SI (Yes) <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Por qué? (Why?)	
<b>Observaciones específicas sobre el instrumento a calibrar: (Specific comments on the instrument to be calibrated)</b>		
Sin observaciones.		
Ingeniero de servicio: (Service Engineer)		

**Fig. 4. Datos en sitio**

Como parte de los procesos mejorados se implementó una hoja de cálculos (figuras 5 y 6), en la que el responsable por parte del laboratorio reflejará datos sobre el equipo en calibración y que se incluirán dentro del certificado que será entregado al cliente.

Las fórmulas fueron proporcionadas por el laboratorio y varían según el servicio a realizar, aquí se muestran los cálculos realizados para la calibración de un rugosímetro.

**HOJA DE CÁLCULO**  
Rugosímetro

Logo de la empresa

**Rugosidad (bajo)**

Valor de calibración del parámetro: **16**  $\mu\text{m}$  Error: **2.3** %  $\mu\text{m}$

Incidencia de calibración del certificado del patrón: **2.3** %  $\mu\text{m}$

Parámetro promedio: **16**  $\mu\text{m}$  Grados libertad de calibración: **56**

Posición	1	2	3	4	5	Promedio	Xj
Posición 1	0.3928	0.3885	0.3893	0.3919	0.391	0.3901	X1
Posición 2	0.3851	0.3830	0.3822	0.3884	0.3816	0.3805	X2
Posición 3	0.3917	0.3924	0.3937	0.3902	0.3898	0.3919	X3
Posición 4	0.3938	0.3881	0.3898	0.3877	0.3886	0.3881	X4
Posición 5	0.392	0.3888	0.389	0.3913	0.391	0.3902	X5
Posición 6	0.3891	0.3895	0.3897	0.3898	0.3892	0.3891	X6
Posición 7	0.3869	0.3865	0.3897	0.3933	0.3842	0.3891	X7
Posición 8	0.3925	0.3891	0.3867	0.3897	0.3898	0.3895	X8
Posición 9	0.3881	0.3912	0.3898	0.3889	0.3939	0.3899	X9
Posición 10	0.3851	0.3878	0.3811	0.3853	0.3871	0.3878	X10
Posición 11	0.3865	0.3895	0.3873	0.3898	0.3898	0.3881	X11
Posición 12	0.3868	0.3832	0.3816	0.3817	0.3838	0.3813	X12
Promedio	0.3900	0.3909	0.3906	0.3902	0.3913	0.3900	X13
Xi	X1	X2	X3	X4	X5		

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	Varianza estimada	Grados de libertad efectivos
Xj	0.39002500				S <sub>1</sub> <sup>2</sup>
Xj	0.39002500				S <sub>1</sub> <sup>2</sup>
t	0.39002500				0.1
S1	9.1271700	1	9.127170038	---	
S2	7.184438E-06	11	6.52122E-06	S <sub>2</sub> <sup>2</sup> = S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	S <sub>2</sub> <sup>2</sup> = $\frac{(M_2 - M_4)}{5}$
S3	0.00003200	4	8.0005E-06	S <sub>3</sub> <sup>2</sup> = 12S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	
S4	0.000213818	44	7.13398E-06	S <sub>4</sub> <sup>2</sup>	S <sub>4</sub> <sup>2</sup> = $\frac{(M_3 - M_4)}{12}$
S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1.20452E-07		0.000317066	nm	S <sub>1</sub> <sup>2</sup> = M <sub>4</sub>
S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	1.41579E-07		0.000376266	0.376	
S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	7.13398E-06		0.000270978	2.671	u <sub>c</sub> = $\sqrt{S_2^2 + S_3^2 + u_{2,0.01}^2}$
u <sub>c</sub>	3.39548E-05		7.9E-06	66.5	
	<b>20</b>		k=	2.04	<b>31</b>

Fig. 5. Cálculos (bajos).

**Rugosidad (alto)**

Valor de calibración del parámetro: **3.18**  $\mu\text{m}$  Error: **0.3** %  $\mu\text{m}$

Incidencia de calibración del certificado del patrón: **0.3** %  $\mu\text{m}$

Parámetro promedio: **3.18**  $\mu\text{m}$  Grados libertad de calibración: **56**

Posición	1	2	3	4	5	Promedio	Xj
Posición 1	3.1729	3.1731	3.1797	3.1783	3.1741	3.1752	X1
Posición 2	3.1687	3.1783	3.1775	3.1789	3.1826	3.1777	X2
Posición 3	3.1842	3.1801	3.179	3.1868	3.1841	3.17989	X3
Posición 4	3.1847	3.1794	3.1842	3.1711	3.1743	3.1794	X4
Posición 5	3.1771	3.1762	3.1816	3.1782	3.1838	3.17938	X5
Posición 6	3.1738	3.1761	3.1737	3.1748	3.17	3.17584	X6
Posición 7	3.1628	3.1682	3.1742	3.1748	3.1722	3.17466	X7
Posición 8	3.1742	3.175	3.1769	3.1754	3.1843	3.17716	X8
Posición 9	3.1769	3.1754	3.1766	3.1785	3.177	3.17548	X9
Posición 10	3.181	3.171	3.1807	3.1797	3.1755	3.17786	X10
Posición 11	3.1765	3.1725	3.1681	3.1686	3.1801	3.17156	X11
Posición 12	3.1731	3.1804	3.1773	3.1736	3.1679	3.17446	X12
Promedio	3.176433333	3.17464167	3.17695333	3.1748	3.17724167	3.176055	X13
Xi	X1	X2	X3	X4	X5		

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados libertad	Media cuadrática	Varianza estimada	Grados de libertad efectivos
Xj	3.17605500				S <sub>1</sub> <sup>2</sup>
Xj	3.17605500				S <sub>1</sub> <sup>2</sup>
t	3.17605500				1.1
S1	605.220466	1	605.2204666	---	
S2	0.000345117	11	3.13742E-05	S <sub>2</sub> <sup>2</sup> = S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	S <sub>2</sub> <sup>2</sup> = $\frac{(M_2 - M_4)}{5}$
S3	0.000070074	4	1.75186E-05	S <sub>3</sub> <sup>2</sup> = 12S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	
S4	0.000056418	44	2.10548E-06	S <sub>4</sub> <sup>2</sup>	S <sub>4</sub> <sup>2</sup> = $\frac{(M_3 - M_4)}{12}$
S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	2.06389E-06		0.001436613	nm	S <sub>1</sub> <sup>2</sup> = M <sub>4</sub>
S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	2.94697E-07		0.00054286	0.543	
S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	2.10548E-05		0.004588567	4.589	u <sub>c</sub> = $\sqrt{S_2^2 + S_3^2 + u_{2,0.01}^2}$
u <sub>c</sub>	11.4716588		7.9E-06	79.8	
	<b>24</b>		k=	2.03	<b>31</b>

Fig. 6. Cálculos (altos).

A continuación se muestra el documento referente al informe de calibración (figura 7), en él se especifican datos del cliente, equipo calibrado y del responsable del servicio.

Logo de la empresa

Mess Servicios Metrologicos S. de R.L. de C.V.  
 Acceso III, No. 16 A, Nave 10  
 Parque Ind. Benito Juárez  
 Querétaro, Qro.  
 Tel (442) 1 96 49 38, (442) 1 96 59 20

**INFORME DE SERVICIO DE CALIBRACIÓN EN SITIO RUGOSIMETRO**  
*(Report on site of calibration service Surface Finish Measuring Machine)*

Cliente: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Ciudad: \_\_\_\_\_  
 Colonia: \_\_\_\_\_  
 Ciudad/Est: \_\_\_\_\_  
 Contacto: \_\_\_\_\_  
 Teléfono: \_\_\_\_\_  
 E-mail: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_  
 Modelo: \_\_\_\_\_  
 No. Serie: \_\_\_\_\_  
 ID. Interno: \_\_\_\_\_  
 Sensor/Serie: \_\_\_\_\_  
 Palpador/Radio: \_\_\_\_\_

No. de orden de trabajo (Work order number) \_\_\_\_\_

Fecha	5	6	7	8	9	10	11
Hora inicio de servicio	L	M	M	M	V	S	D
Hora fin de servicio	---	---	---	00:00	---	---	---
Cantidad	---	---	---	---	---	---	---

	Regular	Extras	Total
Hrs. de trab.	3.50	---	3.50
Hrs. de viaje	2.50	---	2.50
<b>Total</b>	<b>6.00</b>	<b>0.00</b>	<b>6.00</b>

Fig. 7. Informe de calibración – parte 1.

La siguiente imagen muestra un ejemplo de un certificado de calibración (figura 8).

Logo de la empresa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN (CALIBRATION CERTIFICATE)**

No. de certificado (Calibration number): \_\_\_\_\_  
 Fecha de calibración (Calibration date): \_\_\_\_\_  
 Fecha de emisión (Issue date): \_\_\_\_\_  
 Página (Page): \_\_\_\_\_

**Resultado de la Calibración (Calibration Result)**

Calibración rugosidad (bajo)									
Mediciones parámetros	1a	2a	3a	4a	5a	Promedio	Valor del patrón	Error	U <sub>95</sub> (µm)
Ra	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
Rz									
RSm									

Calibración rugosidad (alto)									
Mediciones parámetros	1a	2a	3a	4a	5a	Promedio	Valor del patrón	Error	U <sub>95</sub> (µm)
Ra	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)	(µm)
Rz									
RSm									

**Página 1**

Tipo de medición:	Rugosidad	La velocidad de medición:	0.5 mm/s
Tipo de sensor:	CG-D40	Elaboración de medición:	2 140 µm
Filtro:	Standard	Longitud de corte (Cut off):	0.8 mm
Ancho de banda:	SR	Longitud de evaluación:	4 mm

Observaciones: Ninguna.

La fiabilidad de la medición es alta o suficiente si el estándar es un factor de calibración 1-1.2, el cual con respecto un nivel de confianza de aproximadamente 95% bajo la suposición de que la función de densidad de probabilidad del mensurando es normal. La exactitud de la medición de acuerdo al estándar ISO 10012:2003 depende de la exactitud de la calibración y de la habilidad del operador. Ver el documento ISO 10012:2003 (2003) con el fin de comprender el Evaluador of Measurement Data Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement: 2004. First edition: September 2004.

Los resultados de este certificado tienen validez en su forma impresa y original dentro de las condiciones ambientales especificadas durante el proceso de calibración y están relacionados únicamente al equipo descrito. Esta prohibe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización correspondiente.

Formato: MES-CC-FRM-008 Versión: 02

Fig. 8. Certificado de calibración.

## 5 Conclusiones y recomendaciones

El presente artículo muestra solo un fragmento de la solución diseñada, desarrollada e implementada, cuyo aporte primordial fue facilitar el proceso de certificación de laboratorios de metrología bajo el estándar ISO/IEC 17025:2005, ya que la problemática que representa para los laboratorios de metrología lograr una certificación es muy grande, y el proyecto abarcó como parte de implementación de la solución la documentación, los procesos y los cálculos generados, así como una sistematización de los mismos.

La evidencia principal del alcance que tuvo el proyecto fue él logró de la obtención de la certificación bajo la norma antes mencionada, siendo el laboratorio de metrología en donde se implementó el proyecto había buscado en 3 ocasiones obtenerla sin éxito alguno y siendo dentro sus observables principales la sistematización de los procesos y la documentación generada de y para los mismos.

Si bien la mejora no se ve reflejada en los procesos de metrología, ya que estos se venían realizando de manera profesional y más que aceptablemente, si se puede observaba en los resultados de la documentación y seguimiento de cada proceso dentro del laboratorio, ya que su cubrieron los puntos observados por las entidades certificadoras, tal es el caso que la certificación ahora se alcanzó con éxito.

Parte de las mejoras al trabajo de investigación es la creación de software especializado por algún equipo de programación para reemplazar el software comercial que fue utilizado, logrando con ello una más simple implementación en cualquier laboratorio.

Actualmente el laboratorio donde se implementaron las mejoras se encuentra certificada por la EMA (EMA, 2018), por el laboratorio Perry Johnson (Laboatory, 2018), ilac - mra, entre otros, y parte de ese logro se debe a este proyecto.

Es poco viable, sin embargo, realizar comparaciones estadísticas, ya que se ha probado únicamente en un laboratorio, con éxito, pero solo en uno, dicho datos podrán emitirse al ser implementada la solución en proyectos futuros.

**Agradecimientos.** Agradecemos las facilidades del laboratorio de metrología que prefirió quedar en el anonimato pero contribuyó con la realización de este proyecto.

## Referencias

- [1] R. H. Magda, Establecimiento y Documentación de los Requisitos Norma ISO/IEC 17025, México, 2005.
- [2] M. Hernández, Calidad Concepto, México: MACRO, 2007.
- [3] L. W. Evans James, Administración y control de Calidad., México: Ed. Iberoamérica, 2002.
- [4] B. C. Claudia, Elaboración de la Documentación Correspondiente a la Norma ISO/IEC 17025: Facultad de ciencias, 2006.
- [5] I. M. d. N. y. C. A.C., Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, México: ISO, 2006.
- [6] O. I. p. l. Estandarización, Generalidades sobre Sistemas de Gestión de la calidad de Laboratorios, México: 2009.
- [7] ISO, Norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2005.
- [8] A. Ramos, Red de Normalización, Certificación y Metrología, México: ANAYA, 2009.
- [9] T. Martínez, Metrología Dimensional / Calidad y Calibración, España: MACRO, 2008.

# Modelo de regresión lineal basado sensores de movimiento y de frecuencia cardiaca para estimar el gasto energético

Pablo Pancardo García<sup>1</sup>, José Adán Hernández Nolasco<sup>1</sup> y Miguel Antonio Wister Ovando<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Cunduacán-Jalpa km 0.5, Cunduacán, Tabasco, 14380. México  
{pablo.pancardo, jose.hernandez, miguel.wister}@ujat.mx

**Resumen.** Los dispositivos *wearables* actuales pueden ser usados de manera cómoda y de modo no intrusivo para medir el gasto energético en que se incurre con las actividades de la vida diaria; lo anterior haciendo uso de datos de sensores de movimiento y de frecuencia cardiaca. Estudios recientes demuestran que la precisión que se obtiene combinando datos de diferentes tipos de sensores es mejor que si se utiliza un solo tipo de sensor [1]. Para obtener un modelo de regresión lineal múltiple del gasto energético se utilizó una combinación ponderada de los datos otorgados por dos tipos de sensores (acelerómetro tri-axial GENEActiv y medidor de frecuencia cardiaca BASIS). Para ello se reclutaron 10 voluntarios que caminaron a distintas velocidades en una caminadora eléctrica, de las pruebas se obtuvieron datos que posteriormente fueron analizados y se les aplicaron fórmulas matemáticas para la obtención del gasto energético en Kilocalorías y METs.

**Abstract.** Current wearable devices can be used comfortably and unobtrusively to measure energy expenditure during activities of daily living, using data from motion and heart rate sensors. Recent studies show that the accuracy obtained by combining data from different types of sensors is better than if only one type of sensor is used [1]. A multiple linear regression model of energy expenditure was proposed using a weighted combination of data provided by two types of sensors (GENEActiv tri-axial accelerometer and BASIS heart rate meter), 10 volunteers were recruited to walk at different speeds on an electric treadmill, data were obtained from the tests and later analyzed and mathematical formulas were applied to them to obtain energy expenditure results in kilocalories and METs.

**Palabras clave:** Gasto energético, Acelerómetro triaxial, Sensor de frecuencia cardiaca, Regresión lineal.

## 1 Introducción

Una manera de llevar el control de la salud es conocer el gasto energético que se tiene diariamente debido a las actividades físicas que se realizan. En consecuencia, en los últimos años ha habido un creciente interés en la valoración de la actividad física diaria usando acelerómetros electrónicos, los cuales son sensores de movimiento que registran aceleraciones y desaceleraciones del cuerpo y, de esta manera, se puede obtener una medida un tanto objetiva y directa de la repetición y la intensidad de los movimientos durante la actividad física realizada, lo cual a su vez permite estimar el gasto energético.

Una forma más de estimar el gasto energético es a partir de la frecuencia cardiaca y, aunque ésta tampoco es, en todo momento, una medida directa de la actividad física, si proporciona una indicación del esfuerzo relativo que la actividad física impone sobre el sistema cardiopulmonar [2].

Se sabe que tanto los niveles de aceleración, como la frecuencia cardiaca, tienen una correlación con la intensidad del esfuerzo [3]. Por tanto, se propone el uso de los niveles de aceleración y la frecuencia cardiaca para estimar el gasto energético de manera más precisa, que si se usaran ambos métodos por separado.

El estudio se avoca específicamente en la estimación del gasto energético de actividades físicas predefinidas (caminar/corer a distintas velocidades) usando la combinación de un acelerómetro electrónico tri-axial y de un dispositivo de frecuencia cardiaca (que nos muestra el estrés relativo de la actividad que se realizó). Estos dispositivos fueron usados para calcular el gasto energético, tomando como base la aceleración del cuerpo (producido por los músculos del cuerpo que resultan en un gasto de energía) y las pulsaciones cardiacas durante diferentes tipos de actividades físicas.

## 2 Estado del Arte

Un acelerómetro tri-axial (de tres ejes), es un sensor que mide la frecuencia y la magnitud de las aceleraciones o desaceleraciones del movimiento de un cuerpo u objeto. El monitoreo de la intensidad de la actividad física de una persona es una de las aplicaciones que se le ha dado a los acelerómetros tri-axiales. Los acelerómetros tri-axiales determinan la intensidad y la velocidad en tres ejes (x, y, z).

Para el cálculo de la intensidad de los movimientos, obtenido a partir de las aceleraciones, también es necesario tomar en consideración el efecto que tiene la gravedad sobre los objetos en la superficie terrestre. A partir de ello existe un concepto llamado fuerza G. La fuerza G está basada en la aceleración que produciría la gravedad terrestre en un objeto cualquiera en condiciones ideales (sin atmósfera u otro rozamiento). Una aceleración de 1G es generalmente considerado como igual a la gravedad estándar, que es de  $9.80665 \text{ m/s}^2$ .

La fuerza G para un objeto es de cero gravedad en cualquier ambiente sin gravedad, como una caída libre o un satélite orbitando la Tierra y es de 1G para cualquier objeto estacionario en la superficie de la Tierra al nivel del mar. Aparte de esto, las fuerzas G pueden ser mayores a uno en situaciones como, en una montaña rusa, en una centrifugadora o en un cohete. La medición de las fuerzas G se hace por medio de un acelerómetro.

Una manera más de estimar el gasto energético es conocer la frecuencia cardíaca de una persona durante la actividad física. La frecuencia cardíaca es uno de nuestros signos vitales y se define como el número de veces por minuto que el corazón late o se contrae. La unidad de medida para la frecuencia cardíaca son los Latidos Por Minuto (LPM).

La frecuencia cardíaca normal experimenta variaciones que se consideran normales, como cuando ésta aumenta en respuesta a ciertas condiciones, incluyendo el ejercicio, la temperatura corporal, la posición del cuerpo (como ocurre durante un breve periodo de tiempo al incorporarse rápidamente) y las emociones (como la ansiedad y la excitación) [4].

Por otra parte, una caloría es una unidad de calor que representa la cantidad necesaria para elevar en un grado centígrado a un gramo de agua (caloría pequeña o caloría) o un kilogramo de agua (caloría grande o kilocaloría). Se utiliza para expresar el contenido energético de los alimentos y para calcular el metabolismo basal y el gasto de energía durante el ejercicio y los deportes [5].

Por otro lado, el MET (Metabolic Equivalent Task) es la unidad de medida del índice metabólico, se utiliza para determinar la intensidad de diversas actividades y corresponde a  $3.5 \text{ ml O}_2/\text{kg}$  por minuto, que es el consumo mínimo de oxígeno que el organismo necesita para mantener sus constantes vitales [6].

Cuando decimos que una persona está haciendo un ejercicio con una intensidad de 10 METs, significa que está ejerciendo una intensidad 10 veces mayor de lo que haría en reposo.

Para la combinación de los datos de ambos sensores se hizo uso de la fusión de datos de sensores, lo cual es referente al uso sinérgico de la información que proviene de diferentes sensores. Se utiliza para cualquier aplicación donde una gran cantidad de datos deben ser combinados, fusionados y agrupados para llegar a tomar decisiones basadas en la calidad e integridad de los datos, donde un solo sensor no puede cubrir todas las tareas. La fusión de datos surge como una alternativa a la fuente única de datos frente a la necesidad de conseguir el máximo de información posible al menor costo [7].

Una de las herramientas matemáticas que puede emplearse para la fusión de datos es la regresión lineal múltiple, la cual es una extensión de la regresión lineal simple. La regresión lineal múltiple representa el caso en que  $y$  es una función lineal de dos o más variables. Por ejemplo,  $y$  pudiera ser una función lineal de  $x_1$  y  $x_2$  de la forma:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + e \quad (1)$$

Donde  $a_0$ ,  $a_1$  y  $a_2$  son las constantes a determinar. Tal ecuación es útil particularmente cuando se ajustan datos experimentales en donde la variable que se está analizando, a menudo es función de otras dos variables [8].

Un aspecto importante que debe tomarse en cuenta durante el cálculo del gasto energético es el Índice de Masa Corporal (IMC). El IMC es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla, que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Es una medida de asociación entre la masa y la talla de un individuo ideada por el estadístico belga Adolphe Quetelet, por lo que también se conoce como índice de Quetelet.

El índice de masa corporal se calcula según la operación:  $IMC = a/b^2$ . Donde  $a$  = kilogramos,  $b$  = estatura en metros.

### 3 Metodología usada

El enfoque que tomó esta investigación fue del orden cuantitativo, ya que se llevó a cabo una recolección de datos con base en mediciones durante pruebas de campo con sujetos de estudio, posteriormente se realizó un análisis estadístico con el fin de establecer patrones de comportamiento, luego mediante la técnica de regresión lineal múltiple, obtenemos como resultado la ecuación o modelo matemático que nos permite estimar el gasto energético mediante los valores de frecuencia cardíaca y las mediciones de aceleración convertidos a mets .

Se eligió el enfoque cuantitativo porque se obtuvieron valores numéricos de las estimaciones del gasto energético de los usuarios a partir de datos numéricos de medición.

Los instrumentos que se utilizaron fueron el smartwatch marca BASIS con sensor de frecuencia cardíaca, así como el acelerómetro tri-axial marca GENEActiv. Ambos dispositivos se seleccionaron por ser precisos y utilizados para fines de investigación.

También se empleó una caminadora estática electrónica estándar, que emplearon los sujetos de estudio. Se escogió la caminadora para tener el control de la velocidad al caminar o trotar, asegurando así que las velocidades de la banda fueran impuestas por la caminadora para cada sujeto.

Un Smartphone con Android 4.4 fue usado para visualizar los resultados del BASIS. Una laptop con Windows 10 fue utilizada para recabar los y hacer cálculos, se escogió por compatibilidad con los programas y dispositivos. El estudio se llevó a cabo con un grupo de 10 personas adultas sanas de entre 18 y 30 años que llevan un estilo de vida normal. La finalidad de seleccionar personas sanas fue que a los datos recabados se les pudieran aplicar fórmulas estándares de medición de gasto energético

Los voluntarios realizaron las pruebas en el gimnasio de la División Académica de Ingeniería y Arquitectura (DAIA) de la UJAT. Las pruebas consistieron en una caminata a tres diferentes velocidades: 3 km/h, 4 km/h y 5 km/h y una trotada de 7 km/h, cada una con duración de tres minutos. Después de acabar cada ejercicio a determinada velocidad, se descansó hasta normalizar la frecuencia cardíaca (aproximadamente cuatro minutos), y se extrajeron los datos de los sensores en ese tiempo de descanso, para posteriormente continuar con las pruebas en las otras velocidades. Este proceso se realizó para cada uno de los sujetos participantes.

A los valores de frecuencia cardíaca (latidos por minuto) se les aplicaron las fórmulas matemáticas (1) y (2), con esto se obtiene las calorías quemadas (en Kcal), considerando que el consumo máximo de oxígeno es desconocido [9], puesto que se requeriría de equipo de laboratorio altamente especializado para conocerlo.

$$Kcal\ Hombres = ((-55.0969 + (0.6309 \cdot LPM) + (0.1988 \cdot P) + (0.2017 \cdot E)) / 4.184) \cdot T \quad (1)$$

$$Kcal\ Mujeres = ((-20.4022 + (0.4472 \cdot LPM) - (0.1263 \cdot P) + (0.074 \cdot E)) / 4.184) \cdot T \quad (2)$$

Donde, *LPM* son latidos por minuto, *P* es el peso en kilogramos, *E* es la edad en años y *T* el tiempo en minutos

Para la conversión de la aceleración a METs se utilizó una regresión lineal y se tomó como referencia los datos del artículo de *Esliger et al.* [10] donde se valida al acelerómetro GENEActiv.

$$METs = (0.0027 \cdot A) + 1.215 \quad (3)$$

Donde *A* es la aceleración en gravedades por minuto (g/min)

Un primer modelo matemático donde se combinan las mediciones obtenidas de sensores de aceleración y frecuencia cardíaca fue la Ecuación 3 [1], donde se calcula la intensidad de la actividad física (*Physical Activity Intensity, PAI*), este utilizó el promedio de cuatro acelerómetros uniaxiales CSA flex colocados en diferentes partes del cuerpo que mide la aceleración en unidades propietarias denominadas “counts”, y un sensor de frecuencia cardíaca Polar Vantage

$$PAI = (0.028 \cdot \text{Counts}/\text{min} + 4.04 \cdot (\text{lpm}) - 38.3) \quad (4)$$

Los valores del gasto energético en METs con el uso de la caminadora ha sido medidos y determinados de forma precisa mediante el consumo de oxígeno y la Calorimetría Indirecta. Por lo que a partir de estos

valores conocidos del gasto energético en la caminadora y las mediciones de aceleraciones y frecuencia cardiaca es posible obtener una ecuación que relacione estas variables.

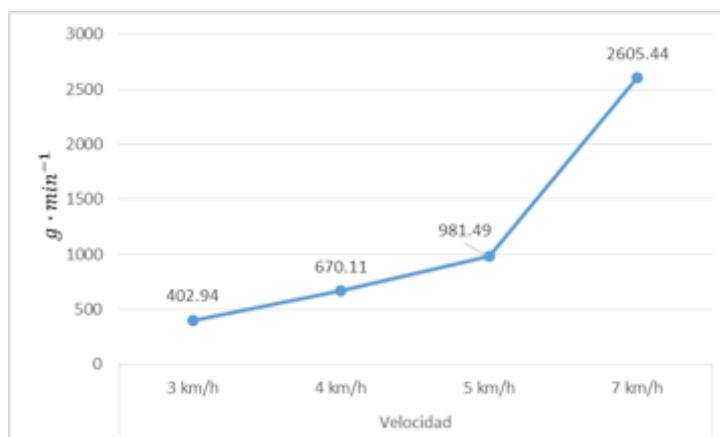
Para ello, el experimento de obtención de datos, consistió en registrar los valores de aceleración y latidos del corazón por cada minuto, obtenidos por el acelerómetro y el medidor de frecuencia cardiaca respectivamente, en cada una de las velocidades de pruebas efectuadas por los usuarios. Posteriormente, a partir de las gravedades por minuto (aceleraciones) obtenemos los METs empleando la Ecuación 3.

Finalmente se emplea la técnica numérica de regresión lineal múltiple para dos variables Ecuación 1, donde  $y$  es el gasto energético en METs y las dos variables serán las aeleraciones en gravedades por minuto y la frecuencia cardiaca.

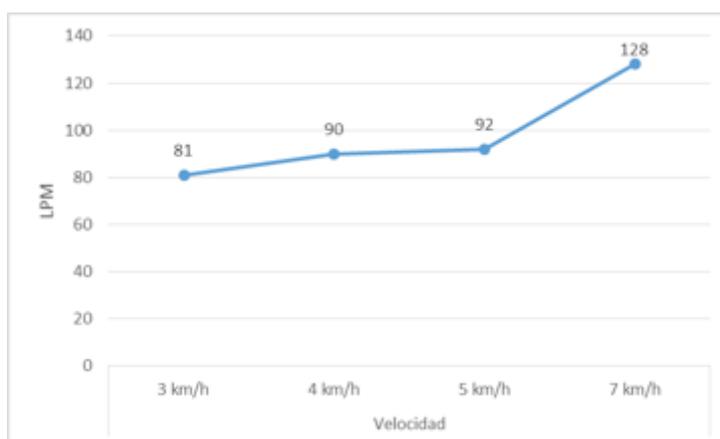
## 4 Resultados de los Experimentos

Se muestra a modo de ilustración los resultados para uno de los voluntarios del experimento, en este caso el usuario identificado como Usuario 10. La Fig. 1 corresponde a las mediciones por movimientos.

La Fig. 2 corresponde a este mismo usuario, pero para la frecuencia cardiaca.



**Fig. 1.** Gráfica de valores de gravedades promedio obtenidas para el Usuario 10 empleando el acelerómetro GeneActiv.



**Fig. 2.** Gráfica de valores de LPM promedio obtenidas para el Usuario 10 empleando el Smartwatch Basis.

La Tabla 1 muestra los valores promedio de movimientos, frecuencia cardiaca (LPM), METs y Kcalorías para el voluntario 10.

Voluntario	Velocidad km/h	Aceleración g/min	LPM	Kcal obtenidas por LPM	METS obtenidos por aceleración	Kcal obtenidas por aceleración
10	3	402.94	81	9.15	2.30	7.74
	4	670.12	90	13.22	3.02	10.16
	5	981.50	92	14.13	3.87	12.99
	7	2605.44	128	30.41	8.25	27.72

**Tabla 1.** Valores para el usuario 10.

Para aplicar la regresión lineal múltiple de dos variables, se utiliza el promedio de los resultados de aceleración, de la frecuencia cardiaca y del gasto energético de todos los usuarios en cada uno de los experimentos, los cuales se presentan en la Tabla 2.

Velocidad km/h	Aceleración g/min	METS	LPM
3	449.89	2.43	106
4	656.39	2.99	110
5	921.99	3.70	125
7	2403.49	7.70	137

**Tabla 2.** Promedios de todos los voluntarios para cada uno de los experimentos.

Con esta tabla de valores, obtenemos los elementos del sistema de ecuaciones que nos permite obtener el modelo matemático que relaciona el gasto energético como variable que depende de los valores obtenidos de los sensores de aceleración y frecuencia cardiaca representado por la Ecuación 5.

$$y = 4666.2623 + 0.0027 x_1 + 45.2556 x_2 \quad (5)$$

donde  $y$  es el gasto energético en METS,  $x_1$  es la aceleración en g/min y  $x_2$  son los latidos por minuto.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

Con base en los resultados obtenidos de ambos sensores y durante la ejecución de las pruebas se pudo observar que un solo sensor no es suficiente para realizar un cálculo del gasto energético para todo tipo de actividades físicas, ya que de acuerdo al tipo de actividad, uno u otro sensor puede ser más útil. El uso de la herramienta matemática de regresión lineal múltiple permitió obtener un modelo matemático a partir de la combinación de datos de dos variables (movimientos y frecuencia cardiaca). La construcción del modelo permite cubrir un rango mucho más amplio de actividades, que modelos genéricos con fórmulas matemáticas desarrolladas expresamente para un tipo de actividad física. Un aspecto relevante de este modelo es que se da solución a la problemática de las actividades que puedan implicar mucho esfuerzo (frecuencia cardiaca elevada) con poco movimiento, o actividades con mucho movimiento pero bajo impacto en la frecuencia cardiaca.

Por tanto se concluye que la combinación de diferentes sensores, como el acelerómetro y medidor de frecuencia cardiaca, contribuyen a una mejor estimación del gasto energético. Asimismo, los resultados obtenidos durante las mediciones sugieren la necesidad de establecer fórmulas personalizadas para una estimación más precisa, ya que las fórmulas genéricas no consideran las especificidades de los individuos.

**Agradecimientos.** El desarrollo de esta investigación se efectuó con recursos económicos y tecnológicos del Proyecto UJAT-2014-IA-01 “Monitoreo fisiológico personalizado para estimar el agobio por calor en ambientes laborales” financiado por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

## Referencias

- [1] S. Brage, N. Brage, P. W. Franks, U. Ekelund, M. Wong, L. B. Andersen, K. Froberg & N. J. Wareham, *Branched equation modeling of simultaneous accelerometry and heart rate monitoring improves estimate of directly measured physical activity energy expenditure*, Journal of Applied Physiology, 2004.
- [2] N. Armstrong, *Young people's physical activity patterns as assessed by heart rate*, Journal of Sports Sciences, 1998.
- [3] P. Pancardo, F. D. Acosta, J. A. Hernández-Nolasco, M. A. Wister & D. López-de-Ipiña, *Real-time personalized monitoring to estimate occupational heat stress in Ambient assisted working*, Sensors, 15(7), 16956-16980, 2015.
- [4] M. MacGill, *¿Qué es la frecuencia cardíaca? ¿Cuál es el pulso normal de una persona?*, Medical News Today, 2016. Obtenido de <http://www.medicalnewstoday.com/articles/291182.php>.
- [5] R. Vargas, Diccionario de teoría del entrenamiento deportivo, UNAM, 2007.
- [6] P. Padrón, *Aprende a utilizar las tablas MET para calcular las calorías que quemas*, RealFitness, 2014, Obtenido de <http://www.realfitness.es/calculadoras/aprende-utilizar-tablas-met-calcular-caloriasquemadas/>.
- [7] M. Liggins II, D. Hall, & J. Llinas, (Eds.), *Handbook of multisensor data fusion: theory and practice*, CRC press, 2017.
- [8] S. C. Chapra and R. P. Canale, *Numerical Methods for Engineers*, sixth edition, McGraw-Hill, 2010.
- [9] L. R. Keytel, J. H. Goedecke, T. D. Noakes, H. Hiiloskorpi, R. Laukkanen, L. Van Der Merwe & E. V. Lambert, *Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise*, Journal of sports sciences, 23(3), 289-297, 2005.
- [10] D. W. Esliger, A. V. Rowlands, T. L. Hurst, M. Catt, P. Murray y R. G. Eston, *Validation of the GENEA Accelerometer*. Saskatoon, Canada: American College of Sports Medicine, 2010.

Pablo Pancardo García es Profesor-Investigador en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Doctor en Ciencias de la Computación por la UJAT. Maestro en Ciencias en Tecnología Informática por el ITESM. Desde 2007, ha dirigido y participado en varios proyectos relacionados con el cómputo móvil y ubicuo, recientemente, se ha enfocado en la Inteligencia Ambiental para la salud y el bienestar. Ha dirigido más de 20 tesis de licenciatura y maestría, también ha publicado más de 20 artículos científicos en revistas internacionales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

José Adán Hernández Nolasco es Doctor en Óptica por el INAOE (2012). Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Electrónica (Telecomunicaciones) por el ITESM (2003). Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones por la UANL (1996). Ha sido Profesor-Investigador en la UJAT por más de 20 años. Tiene más de 20 publicaciones en las áreas de óptica e inteligencia ambiental, y más de 30 ponencias en conferencias científicas. Sus áreas de interés son los sistemas ubicuos, la inteligencia ambiental, infraestructura de telecomunicaciones y el estudio de la propagación de señales. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

Miguel Antonio Wister Ovando es miembro del Sistema Estatal de investigadores-Tabasco. Sus áreas de interés son Cómputo Ubicuo, Inteligencia ambiental e Internet de las Cosas. Recibió su doctorado en Ingeniería de Tecnologías de la Información y Comunicaciones por parte de la Universidad de Murcia, España, en 2008. Obtuvo su Maestría en Tecnología Informática en el ITESM, en junio de 1997. Ha sido autor y coautor de más de 30 artículos científicos publicados en conferencias y revistas nacionales e internacionales.

# **XIV. Ingeniería Web**



# TlaqueAR: Una aplicación móvil turística de la zona centro de Tlaquepaque, Jalisco, México

Alejandra Santoyo Sanchez<sup>1</sup>, Gálvez Estrada Joaquín Alberto<sup>2</sup>,  
Martha Iskra Rodríguez Sengua<sup>3</sup>, Humberto Hernandez Zarate<sup>4</sup> y  
Carlos Alberto De Jesús Velasquez<sup>5</sup>

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías,  
Blvd. Marcelino García Barragán #1421, esq. Calzada Olímpica, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco,  
México, Teléfono: +52 (33) 1378 5900

<sup>1</sup> alejandra.santoyo@cucei.udg.mx, <sup>2</sup>beto.jge@gmail.com

<sup>3</sup>kuroneko-chan01@hotmail.com, <sup>4</sup>black\_openindark@hotmail.com

<sup>5</sup>Intel Guadalajara Design Center,

Av del Bosque, Col. El Bajío, Sin Nombre, C.P. 45019 Zapopan, Jalisco, México, Teléfono: +52 (33)  
1645 0000

carlos.de.jesus@intel.com

**Abstract.** According to the OECD, the tourism represent a very important role in economy of the country, around of 15 millions of dollars at 2015[1]. Currently, Mexico lacks of some kind of multimedia system that can help to encourage the interests of the tourists and give them new experiences in the historical zones of the cities. In this document we present an approximation of a way to solve this problem, and ago we present applicable methodologies, necessary methods to carry out as well as present some technologies that benefit the system.

**Keywords:** Tourism, Augmented reality, GPS, Expert System.

**Resumen.** Según la OECD, el turismo representa un papel importante en la economía del país, alrededor de 15 mil millones de dólares en el año 2015 [1]. Actualmente, México carece de alguna clase de sistema multimedia que ayude a incentivar el interés de los turistas y brindarles experiencias nuevas en zonas históricas de las urbes. En este documento se presenta una aproximación a una de las formas de resolución de la problemática, además se presentan metodologías aplicables, métodos necesarios para llevarla a cabo así como se presentan algunas tecnologías de las que se beneficia el sistema.

**Palabras clave:** Turismo, Realidad Aumentada, GPS, Sistema Experto.

## 1 Introducción

Apoyar al turismo respecto a su desarrollo en México representa un papel importante, sobre todo a nivel económico. El turismo en el año 2017 hizo una contribución directa de 1,554.8 billones de pesos lo cual representa el 7.1 del total del producto interno bruto del país y el pronóstico dice que se espera un crecimiento de 3.1% en el año 2018. En relación a la cantidad de empleos que produce el turismo en México, este mantiene 3, 913,500 trabajos (7.5% del empleo actual) se espera un crecimiento de 3.2% en 2018.

Tomando en cuenta que después de décadas de expansión urbana y crecimiento demográfico exponenciales, en muchas de las grandes ciudades latinoamericanas se realiza una serie de iniciativas cuyo objetivo es revalorar y regresar a las antiguas áreas urbanas centrales [2]. Además que en México parte de estas zonas urbanas centrales cuentan con sitios históricos.

Esta versión de la aplicación incluye la zona centro histórica de la ciudad de Tlaquepaque en Jalisco, México, debido a que es una zona histórica del área metropolitana de Guadalajara conocida por su patrimonio cultural –artesanal que le dan carácter de “pueblo” [3] entre este patrimonio se encuentra: edificios históricos (inmuebles edificados antes de 1900), el mariachi (como patrimonio musical representativo del país ), la actividad artesanal que se lleva a cabo desde mediados del siglo XVIII, entre otras.

En la actualidad, Tlaquepaque es la tercera economía del estado de Jalisco gracias a su actividad industrial, turística, comercial y artesanal. El turismo y el comercio en particular, dependen estrechamente de la actividad artesanal y son las actividades más visibles en la dinámica de la ciudad [4].

Para ayudar en la promoción turística del Centro Histórico de Tlaquepaque en este trabajo se propone el uso una aplicación móvil con Realidad Aumentada (RA) parecida a un rally de colecta de objetos, la idea principal de la aplicación es que los turistas puedan sean guiados a lugares de interés dentro de las zonas históricas urbanas y una vez en estos lugares se muestre información relevante del lugar. Además de existir diferentes tipos de rutas y cada una adecuada a algún tema de establecimientos. Por ejemplo: tener la opción de elegir entre visitar museos, talleres de artesanías, galerías de arte, plaza del mariachi, monumentos históricos, negocios de interés gastronómico, entre otros.

Este documento está organizado como sigue. En la segunda sección se presenta un análisis de trabajos relacionados con el tema de aplicaciones móviles para guías turísticas. La sección 3 indica cómo está diseñada la aplicación encontramos un interés especial en el uso de la RA porque es una tecnología que permite mostrar información de manera interactiva que resulta atractiva para los usuarios. Mientras que las secciones 4 y 5 presentan los resultados obtenidos y las conclusiones y trabajo future.

## 2 Estado del Arte

Existen aplicaciones móviles para guías turísticas que permiten detectar qué es lo que se está viendo en cada momento y mostrar la información más relevante sobre el lugar (información histórica, monumentos emblemáticos cercanos, puntos de interés, etc.) como Archeoguide [5] un prototipo de guía turística con RA enfocada al sitio arqueológico de Olympia en Grecia que reproduce imágenes en tiempo real, junto su información histórica. Magic-Eyes [6] un framework para crear animaciones e imágenes para Realidad Aumentada en smartphones de sitios de herencia cultural de la República de Corea, en la tabla 1 se ilustran algunos otros. Como puede notar estas aplicaciones utilizan una combinación entre la cámara, la brújula, la conexión a internet y el GPS del teléfono móvil para activar la RA. Con ello, se identifica la posición del usuario y la orientación, después se reciben los datos pertenecientes al objeto enfocado y se muestra en la pantalla sobre la imagen capturada por la cámara.

App	Licencia y costos	Requerimientos de hardware	Requerimientos de software	S.O Soportados	Temática	Disponibilidad y última actualización
TlaqueAR	Free	Dispositivo Móvil, GPS, Giroscopio, Cámara (resolución mínima de 640x480).	Capacidad interna mínima de RAM 60 MB Aprox	Android	Turismo y Cultura	Disponible. Última Actualización:/25/06/2018
Wikitude	SDK PRO: 2490 € / yr SDK PRO 3D: 2990 € / yr Free Trial: 0€ Wikitude Demo:/499 € ENTERPRISE : Costo a tratar dependiendo sus necesidades	Dispositivo Móvil, GPS, Cámara (resolución mínima de 640x480), Autofocus.	Capacidad interna mínima de 41.2MB, Wikitude SDK 7.1 - 7.2.1	Android, iOS	Turismo	Disponible. (Última actualización 26 de febrero de 2018)
Archeoguide	Free	Dispositivo Móvil, Cámara(resolución mínima de 320x240)	Capacidad óptima de memoria RAM 256 MB	Android	Turismo y Cultura	No disponible. (esta app no fue lanzada al mercado)
Magic-Eyes	Free	Dispositivo Móvil,	Capacidad mínima	Android	Turismo y	No

		GPS, 6DoF)	Cámara(pose	de memoria RAM 70 MB Aprox.		Cultura	disponible.(esta app fue un sistema propuesto de investigación no llevado al mercado)
--	--	------------	-------------	-----------------------------	--	---------	---

**Tabla 1.** Comparativa de aplicaciones para sitios turísticos con RA

Desafortunadamente ninguna de estas aplicaciones se enfoca en nuestro país, y algunos ya no están disponibles. Por lo que tenemos una buena oportunidad para introducir este tipo de aplicaciones en el país y además ayudar a fomentar los sitios turísticos y culturales del mismo.

### 3 Metodología utilizada

Dentro de la metodología usada para llevar a cabo este proyecto, existen diversos puntos que se necesitan tener en consideración, a continuación se nombra los más críticos y los que era necesario para que la aplicación fuera bien recibida por los usuarios finales.

#### 3.1 Arquitectura del sistema

El primer paso de la metodología a usar era conocer el entorno del sistema, tecnologías, modelos de diseño y todo lo necesario para crear las capas de la aplicación

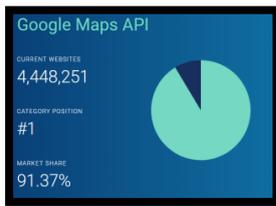
Según NetshareMarket [7], el cual es una base de datos estadísticos utilizado por Forbes, The New York Times e incluso Microsoft, las estadísticas publicadas al mes de Marzo del año 2018, los teléfonos que utilizan Android como sistema operativo equivale a un 70.69% de los smartphones utilizados actualmente. Dada la anterior cifra, el desarrollo de esta aplicación para Android es el mejor enfoque y hará que la aplicación estuviera disponible para una mayor cantidad de usuarios.

Al analizar herramientas para RA y SDK's [8] necesarios para implementar la misma en dispositivos móviles, se probó ARToolkit [9], desafortunadamente la herramienta fue descontinuada. En seguida, se analizó Vuforia [10], este SDK es sencillo para utilizar, configurar y cuenta con herramientas suficientes para desplegar las imágenes necesarias en los dispositivos móviles.

Otro elemento importante del sistema es el uso de alguna tecnología para el posicionamiento y mapeo de la aplicación. Vuforia [10] utiliza la pantalla de la cámara del dispositivo combinada con datos del acelerómetro y del giroscopio para examinar el mundo. Vuforia usa la visión de la computadora para entender lo que 've' en la cámara para crear un modelo de entorno. Después de procesar los datos, el sistema puede ubicarse de manera pura y dura en el mundo, sabiendo sus coordenadas: dónde es arriba, abajo, izquierda, derecha, etc. El objeto puede estar fuera de la vista y continuar "existiendo" en la misma posición.

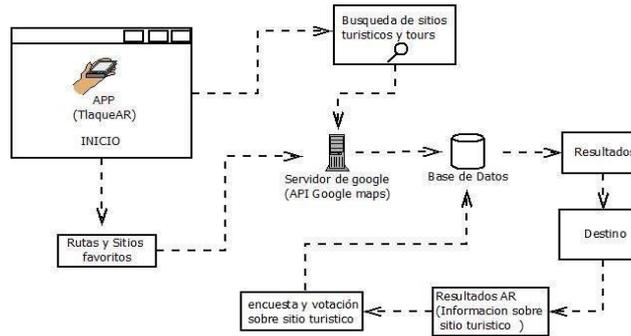
El API para mapas elegida fue la de Google Maps[11] debido a que es la que más páginas utilizan en el mundo, además es una API que ofrece en su versión gratuita con un número 30 mil de peticiones [12]. Para su uso lo cual es necesario el desarrollo de la aplicación, pruebas, así como primeras versiones utilizadas por los usuarios, además de tener una API sencilla de utilizar y que lo respalda una de las empresas más importantes en el medio de las tecnologías. En la figura 1.1 se muestra como Google Maps es una de las más utilizadas.

El flujo de los datos dentro de la aplicación se muestra en la figura 1.2, como se ilustra se emplea el modelo de cliente-servidor. El flujo tiene 2 elementos principales. El primero es la aplicación, la cual sólo puede solicitar rutas completas o la información de los sitios favoritos, el flujo de datos en el servidor es el siguiente, se recibe la petición de la aplicación, busca en la base de datos el sitio o la guía, solicita la información necesaria del API de Google Maps, agrega información necesaria para reproducir la animación y regresa la información a la aplicación.



**Fig. 1. 1.** Imagen tomada

de: <https://goo.gl/YmcBq2>



**Fig. 1.2.** Flujo de datos en la aplicación

**Fig. 1.** Elementos de la Arquitectura del Sistema

### 3.2 Diseño de interacción del usuario y diseño de las mecánicas del juego

En los últimos años ha aparecido un incremento en los juegos de estilo rally con realidad aumentada en el mercado de las aplicaciones. El ejemplo más común es el presentado por la compañía Niantic, en el cual la persona tiene que recorrer partes de la ciudad y aleatoriamente aparecen elementos de colección [13].

En la aplicación propuesta no hay recorridos aleatorios, aunque se implementaron dos modos de básicos para visitar los lugares.ç

- Los puntos que existen en la guía son lugares específicos en el mapa de acuerdo al tipo de recorrido además de estar acomodados de modo que puedan tener numeración y tengan un orden de distancia lógico.
- Los lugares en el mapa son específicos de acuerdo al tipo de recorrido y están marcados en el mapa pero no cuentan con una numeración, esto permite a los usuarios desplazarse según lo sus gustos.

En la interacción del usuario con la aplicación, se considera el siguiente uso. El usuario puede ver su recorrido en un mapa 2D, esto permite ubicar su posición en el mapa. Una vez que el usuario se encuentre a una distancia de por lo menos 5 metros, desde una posición que le permita enfocar con su teléfono el punto, puede cambiar la vista de la aplicación quitando el mapa 2D, y abriendo la cámara. Entonces se inicia a reproducir una animación sobre el lugar para luego desplegar la información sobre el sitio histórico.

La mecánica es simple, el usuario tiene que recorrer los puntos de interés de la guía. Una vez en el lugar se desbloquea, el lugar aparece en lista de los lugares visitados y la idea es completar todos los puntos en la guía. La figura 3 muestra una imagen del recorrido.

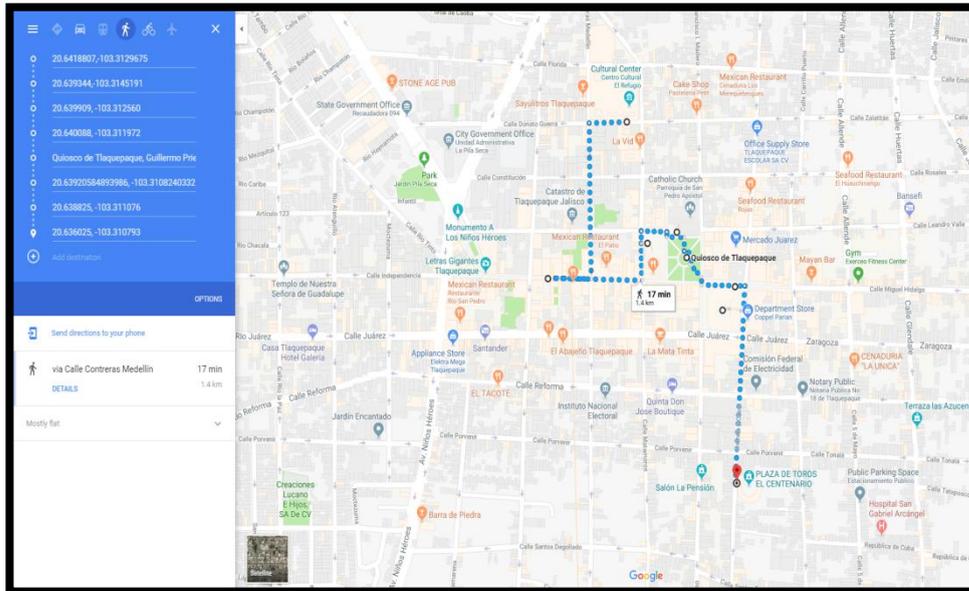


Fig. 3.

Ejemplo de ruta

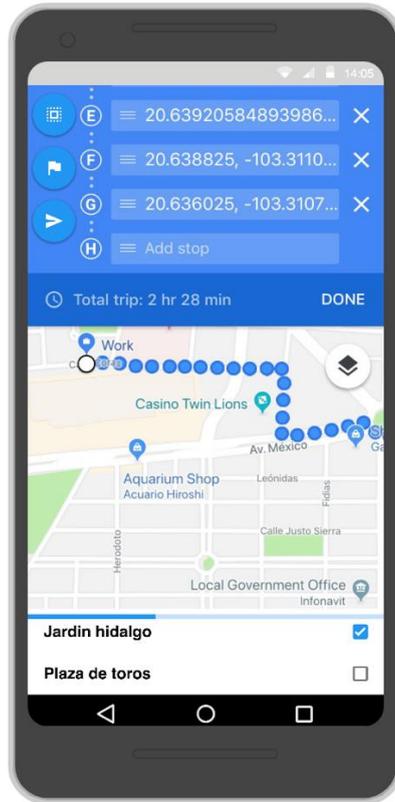
### 3.4 Interfaz

La interfaz que ve el usuario es fácil de navegar, el color dominante en la interfaz del usuario es el azul en diferentes tonalidades, ya que según encuestas, independientemente del sexo de los usuarios la mayoría prefiere el color azul [14].

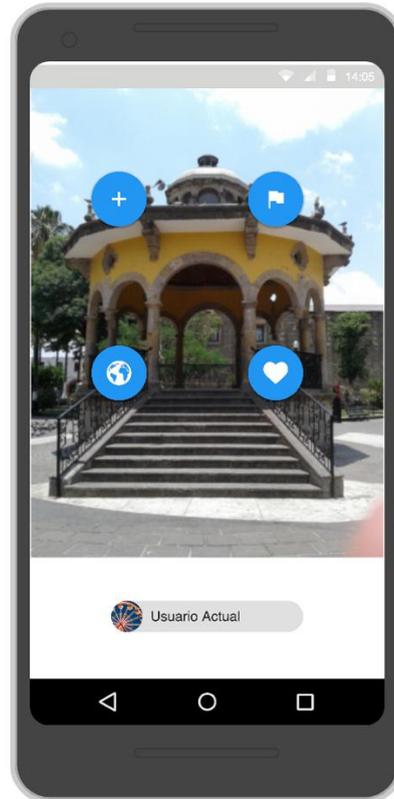
En la figura 4.1 se muestra la interfaz de usuario del recorrido, muestra una lista de punto de interés, marcados con la letra E hasta la G para el caso de la imagen, en la sección de abajo del mapa, se despliega una lista con los nombres de los lugares, cuando el usuario ha visitado el punto, este se marca en la lista. La siguiente vista muestra la pantalla principal de la aplicación, cuenta con 4 botones, el primer botón despliega la pantalla con las rutas existentes, el botón de la derecha muestra al usuario los sitios ya visitados. Abajo de estos botones, a la izquierda, se encuentra un botón que despliega el mapa general para ayudar al usuario a ubicarse y a la derecha de este se encuentra el botón que despliega la lista de lugares favoritos.

## 4 Resultados Experimentales

Como resultado obtenemos un prototipo de aplicación para el sistema operativo Android en el ide android estudio con el lenguaje de programación java, el cual puede ser liberado en la tienda de aplicaciones del sistema, el prototipo también utiliza Vuforia para lidiar con lo necesario relativo a la realidad aumentada, giroscopio, acelerómetro, cámara. Hace uso del API de Google maps para tener mapas exactos de los recorridos y guiar al usuario, la aplicación cuenta con una interfaz simple que facilita su uso para el usuario final.



**Fig. 4.1** Muestra de la vista de los puntos del recorrido



**Fig. 4.2** Muestra la vista de la pantalla principal

**Fig. 4.** Muestra de las interfaces de usuario.

## 5 Puntos de interés para la ruta

Para una mejor experiencia de la app hemos decidido investigar sitios de interés turístico para que las personas puedan ver desde su posición actual cual es el más cercano. Algunos de los puntos de interés que se incluirán son:

1. Centro cultural El Refugio
2. Museo Regional de Cerámica
3. La avenida Independencia o Corredor Independencia
4. Museo Pantaleón Panduro
5. Parroquia San Pedro Apóstol
6. Galería Alejandro Calvillo
7. Santuario Nuestra Señora de la Soledad
8. Parque Roberto Montenegro.

Estos puntos de interés han sido seleccionados por su importancia cultural e importancia de la zona, han sido descartados aquellos como: cafeterías, tiendas, tours, etc. debido a que el proyecto no otorgara propaganda gratuita o algún otro objetivo que no sea de índole académica.

## 5 Conclusiones y trabajo futuro

En este documento se presenta un desarrollo tecnológico enfocado al turismo en la zona de Tlaquepaque, Jalisco, México que beneficiará al sector turístico en la región. Como trabajo futuro se realizará la implementación del sistema experto para mejorar la experiencia de las guías actuales del prototipo

funcional. También dependiendo de la aceptación del proyecto, este pudiera migrar a otra plataforma, tener soporte para otras zonas de la zona metropolitana de Guadalajara o incluso ver el desarrollo para otra parte del país.

## Referencias

- [1] OECD (2017), *Tourism Policy Review of México*, OECD Studies on Tourism, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266575-en>. Consultado el 25 de junio de 2018.
- [2] Delgadillo-Polanco, V. M. (2008). Repoblamiento y recuperación del Centro Histórico de la ciudad de México, una acción pública híbrida, 2001-2006. *Economía, Sociedad y Territorio*, 8(28), 817-845.
- [3] Reglamento del centro histórico de Tlaquepaque disponible en <https://transparencia.tlaquepaque.gob.mx/wp-content/uploads/2015/11/REGLAMENTO-DEL-CENTRO-HIST%C3%93RICO-DE-SAN-PEDRO-TLAQUEPAQUE.pdf>, consultado el 11 de junio de 2018.
- [4] Cuevas Hernández, A. J. (2007). Turismo y consumo artesanal En Tlaquepaque, Jalisco, México En tres etapas del siglo XX. *Estudios sobre las culturas Contemporáneas*, 62(26)..
- [5] Vlahakis, V., Ioannidis, M., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Stricker, D., & Almeida, L. (2002). Archeoguide: an augmented reality guide for archeological sites. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 22(5), 52-60
- [6] Wei, X., Weng, D., Liu, Y., & Wang, Y. (2016, March). A tour guiding system of historical relics based on augmented reality. In *Virtual Reality (VR)*, 2016 IEEE (pp. 307-308). IEEE.
- [7] Share, N. M. (2015). Desktop Operating System Market Share. Fonte <http://www.Netmarketshare.com/operating-systemmarket-share.aspx>.
- [8] Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4(1), 11.
- [9] Kato, I. P. H., Billinghamurst, M., & Poupyrev, I. (2000). *Artoolkit user manual*, version 2.33. Human Interface Technology Lab, University of Washington, 2.
- [10] PTC Inc. (2018). *Vuforia*. 2018, de PTC Inc. Sitio web: <https://developer.vuforia.com>
- [11] Google, *Google maps Api Tarifas y planes*. 2018, de Google Developers Sitio web, 2018
- [12] *Pricing & Plans*, Google Maps Platform, Google Maps Platform, Google Cloud. (n.d.). Retrieved June 26, 2018, from <https://cloud.google.com/maps-platform/pricing/>
- [13] Niantic INC. "Pokémon GO." *Pokémon GO*, 20 June 2018, [pokemongolive.com/en/](http://pokemongolive.com/en/)
- [14] Hallock, J. (2003). *Colour assignment-associations*. Colour Assignment, Mart.

# **XV. Inteligencia Artificial**



# Prediagnóstico del Trastorno del Espectro Autista utilizando Random Forest

Angel Ferreira Santiago<sup>1</sup>\*, Elías Ventura Molina<sup>1</sup>, Sergio Cerón Figueroa<sup>1</sup> y Cornelio Yáñez Márquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Computación-IPN, Av. Juan de Dios Bátiz, esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México

\*B130078@sagitario.cic.ipn.mx

**Resumen.** El autismo es un padecimiento neurológico que retrasa el desarrollo de habilidades cognitivas y sociales. El autismo afecta a cada vez más niños en México y en el mundo, por lo que diagnosticarlo a tiempo es crucial para mejorar la calidad de vida de las personas con el trastorno. A pesar del gran avance en su diagnóstico oportuno, todavía se requiere un método que lo diagnostique oportunamente y sin quitar tiempo a los expertos clínicos. En este trabajo presentamos una propuesta de aplicación de un ensamble de clasificadores, el Random Forest, para el prediagnóstico del autismo en tres grupos de edad: niños, adolescentes y adultos. Los resultados experimentales muestran una clara mejora con respecto a otros algoritmos de aprendizaje máquina para el prediagnóstico de esta condición.

**Abstract.** Autism is a neurological condition which delays cognitive and social development. Autism affects more children every day in Mexico and the rest of the world, so diagnosing the condition early in life is crucial to guarantee the quality of life of those affected by it; however, even though great progress has been achieved in autism diagnosis, there is still a need for a method that diagnoses autism efficiently and reduces the time investment of clinical experts. In this work we propose the application of an ensemble classifier, a Random Forest, for pre-diagnosis of autism among three age groups: children, adolescents, and adults. Experimental results show a clear improvement over other staple machine learning algorithms for the pre-diagnosis of this condition.

**Palabras Clave:** Reconocimiento de Patrones, Autismo, Ensambls, Random Forest, Inteligencia Artificial

## 1 Introducción

El Trastorno del Espectro Autista (TEA), coloquialmente conocido como “Autismo”, es un padecimiento de orden neurológico, de origen hasta ahora desconocido, que retrasa la adquisición de habilidades sociales, lingüísticas y cognitivas. Lleva el calificativo de “Espectro” debido a la amplia gama de combinaciones de síntomas que las personas afectadas por el TEA presentan, complicando el diagnóstico y el tratamiento de éstas [1]. Se estima que en los Estados Unidos uno de cada 68 niños presentan este trastorno [2]. El TEA conlleva un gasto muy importante en el cuidado de la salud de los afectados y sus familias debido a las atenciones y educación especializada que deben recibir durante toda su vida [3], por lo que saber diagnosticarlo a tiempo es crucial para mejorar la calidad de vida de los pacientes.

En México se presenta una carencia notable de estadísticas e información sobre la prevalencia del TEA en la población [4]. Además de esto, existe una falta de educación social sobre qué es el autismo, resultando en una ignorancia general que provoca que un gran número de las familias con un miembro autista reporten discriminación, aislamiento, marginación y burlas tanto para los niños afectados por el TEA como para sus padres [2]. Estas dos situaciones hacen del TEA un padecimiento poco comprendido y estudiado en nuestro país. Las consecuencias son diagnósticos errados, tardíos, y una falta de infraestructura social, médica y educativa para apoyar a personas con autismo, lo cual representa sólo una muestra de lo que sufre esta población en México.

En la actualidad el TEA se diagnostica predominantemente por medio de un especialista clínico empleando alguna metodología de diagnóstico. Actualmente, la herramienta más común para diagnosticar el autismo es la Escala de Observación para el Diagnóstico del Autismo (ADOS-2), la cual es la única al momento que cumple con los lineamientos de la quinta edición del Manual de Diagnóstico y Estadístico

de Desórdenes Mentales (DSM-5) de la Asociación Psiquiátrica Americana [5]. En esta metodología, el especialista observa e interactúa con el paciente (usualmente en la infancia) por medio de actividades grupales y juegos. El especialista evalúa su desempeño en tres principales rubros: las habilidades del lenguaje y comunicación, la interacción social, y la dificultad para realizar cierto tipo de actividades. Al existir varios síntomas, se puede llegar a un diagnóstico de autismo. El ADOS-2 y otras herramientas han exhibido un desempeño satisfactorio; sin embargo, requieren mucho cuidado al ser empleadas y sólo pueden ser diseñadas, corregidas, y aplicadas por expertos altamente entrenados en diagnósticos clínicos.

Teniendo en cuenta lo mencionado en los párrafos anteriores, es claro que la población con TEA se beneficiaría enormemente de un método de diagnóstico eficaz, de baja duración, y con posibilidades de minimizar los esfuerzos de los especialistas para que aprovechen su tiempo con pacientes que más lo necesitan. Atendiendo a estas necesidades, la comunidad científica en últimos años ha incursionado en el campo del aprendizaje máquina y el reconocimiento de patrones para intentar generar modelos que clasifiquen a los pacientes con TEA de forma automática [6]. El presente trabajo propone el uso de una técnica conocida como *Random Forest* para incrementar la eficacia del diagnóstico con respecto a intentos anteriores. Es crucial hacer hincapié en que el resultado de este trabajo, o de cualquier otro, debe tratarse estrictamente como una herramienta de prediagnóstico sin dejar de tomar en cuenta la opinión de los especialistas médicos para una conclusión final.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera: la sección número 2 explica algunos trabajos que se han realizado para realizar prediagnóstico del autismo empleando técnicas de inteligencia artificial. La tercera sección explica el método del *Random Forest* y la teoría de los comités de clasificadores bajo la que opera, al igual que da una explicación de los datos utilizados en los experimentos. La cuarta sección presenta los resultados de nuestros experimentos, y los compara con otros métodos empleados en el estado del arte. Finalmente, la sección 5 presenta una conclusión y plantea reflexiones y preguntas abiertas para investigación en el futuro.

## 2 Estado del arte

El prediagnóstico del TEA se puede ver como un problema de clasificación binaria en donde se analizan datos de un paciente para dar un veredicto de sospecha de presencia o ausencia del trastorno. En este caso, se genera una serie de casos afectados y de control (sanos) empleando expertos y alguna de las herramientas clínicas de diagnóstico como puede ser ADOS-2. Estos datos se emplean como material para entrenar un modelo inteligente que encuentre regularidades en los datos y tenga poder de generalización para prediagnosticar casos nuevos que no haya visto antes. Por supuesto, después del proceso de prediagnóstico es necesario que intervenga un experto para interpretar los resultados y determinar si vale la pena analizar más a fondo al paciente y emitir un diagnóstico definitivo. La Figura 1 muestra un diagrama del prediagnóstico del TEA visto como un problema de clasificación.

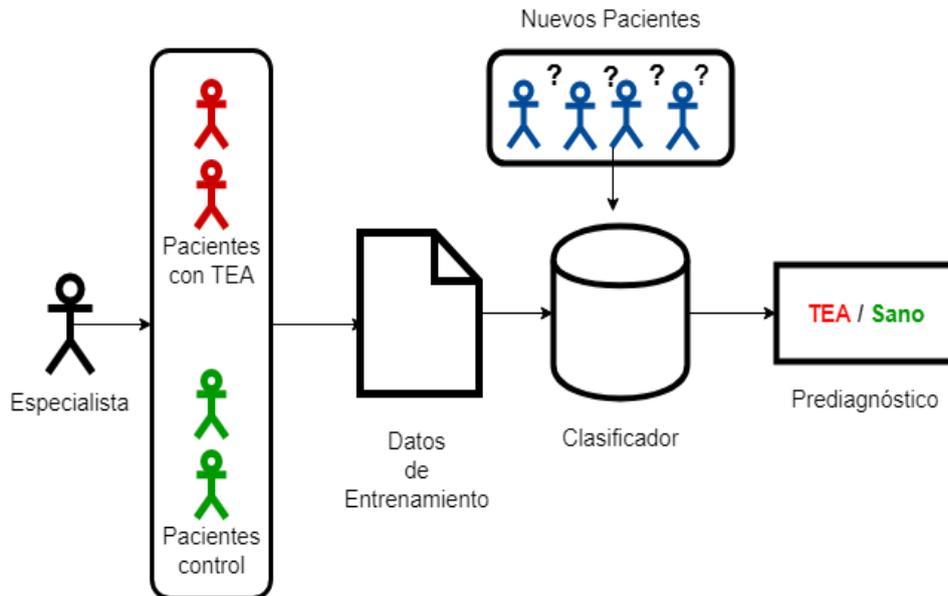


Fig. 1. El prediagnóstico del autismo como un problema de clasificación.

En la literatura el número de estudios que aplican técnicas inteligentes para el prediagnóstico del autismo ha sido limitado por la carencia de datos confiables, comparables y públicamente disponibles para realizar *benchmarking* y comparar modelos. Sin embargo, se pueden destacar los siguientes trabajos que han intentado atacar este problema utilizando modelos de reconocimiento de patrones.

Duda et al. [7] compararon seis distintos clasificadores para intentar distinguir entre pacientes con autismo y pacientes con déficit de atención con el objetivo de canalizar a estas personas a tratamientos adecuados para su condición y encontrar qué atributos contribuían en mayor medida a identificar cada condición. Emplearon 2925 casos reales con un notable desbalance, siendo 2775 casos de autismo contra sólo 150 de déficit de atención. Entre los clasificadores que emplearon se encuentran Máquinas de Soporte Vectorial (SVM), modelos de Regresión Logística y el árbol de decisión C4.5.

Posteriormente, Pratap et al. [8] compararon el desempeño del modelo probabilístico-estadístico Naïve Bayes y una Red Neuronal para diagnosticar un banco de datos que consistía de 100 casos de niños de 2 y 3 años de edad. Tenían como objetivo diagnosticar el grado de autismo que presentaban, separando los pacientes en cuatro niveles de afectación.

Wall et al. [9], [10] emplearon datos tomados de aplicaciones de la herramienta ADOS combinados con datos simulados para probar quince clasificadores, predominantemente árboles de decisión y clasificadores basados en reglas. Los autores reportaron un muy buen desempeño tanto en detección de verdaderos positivos como en verdaderos negativos; sin embargo, la presencia de casos simulados en su investigación dificulta su comparación con datos del mundo real.

Finalmente, Crippa et al. [11] comenzaron a desarrollar un método que empleaba SVMs para diagnosticar niños con autismo y discapacidad motriz por medio del análisis cinemático del movimiento de sus brazos. Su conjunto de datos fueron 15 niños con autismo y 15 niños sanos como control. Los autores reportan un porcentaje de éxito de 96.7%; sin embargo, su muestra es muy pequeña, lo que hace necesario el escrutinio en sus métodos de validación.

### 3 Materiales y métodos

#### 3.1 Random Forest

El método de Random Forest fue propuesto por Breiman en 2001 [12]. Este método forma parte de una categoría de algoritmos llamados “Ensamblados” o “Comités” debido a que combinan varios clasificadores para generar uno más poderoso.

La idea básica detrás de un ensamble de clasificadores es que se tiene un volumen grande de clasificadores base que, aunque pueden ser débiles individualmente, los errores que cometen no están correlacionados; es decir, que no cometen errores simultáneamente la mayoría del tiempo. Esto hará que, al realizar una votación para predecir la clase de una instancia, la mayoría de los clasificadores base tomará la decisión correcta. Esto quiere decir que debe haber diversidad entre los clasificadores base para que el ensamble funcione. De esta forma se incrementa el porcentaje de aciertos del modelo [13].

En el modelo Random Forest, los clasificadores base son árboles de decisión muy simples y generados de forma aleatoria. De esta forma, como su nombre lo indica, se genera un “bosque” de árboles aleatorios. En este caso, la diversidad en el ensamble es inducida por la aleatoriedad intrínseca de los árboles base: rara vez habrá un árbol que tome las mismas exactas decisiones que otro de sus hermanos. El factor diversidad es más marcado que en otros modelos de ensamble dado que cada árbol es generado con un conjunto aleatorio de características y entrenado con un conjunto aleatorio de instancias, dando una doble inyección de diversidad. Esto genera baja correlación de errores e incrementa la precisión conforme aumenta el número de árboles.

A pesar de que suena contraintuitivo el usar muchos clasificadores débiles y aleatorios, la verdadera fuerza de Random Forest está en la baja correlación de error y contra todo pronóstico, Random Forest se ha vuelto un modelo de referencia en la literatura con varios casos de éxito hasta el momento [14], generando un enorme interés en el campo de los ensambles de clasificadores. Su desempeño ha mostrado incluso superar a otros famosos métodos de ensamble como el Bagging y el Boosting [15].

### 3.2 Datos

Los datos empleados para esta investigación fueron donados por el autor de [16] y consisten de tres grupos de edad: Niños (hasta 12 años, con 292 instancias), adolescentes (de 12 a 16 años, con 104 instancias) y adultos (701 instancias). Los datos fueron tomados de pacientes reales con y sin TEA, considerando una mezcla de características conductuales e individuales:

6. Edad
7. Género
8. Grupo Étnico
9. Presencia de ictericia
10. Si algún familiar inmediato padece TEA
11. Persona que llena el test (el paciente, un familiar, un médico, etc.)
12. País
13. Experiencia usando el test
14. Rango de edad (niño, adolescente, adulto)
15. 10 preguntas binarias propias del test de diagnóstico

El banco de datos se encuentra libremente disponible en el repositorio de la Universidad de California, Irvine.

## 4 Resultados Experimentales

Tal y como se describe en la sección 3.2, los datos utilizados en este trabajo corresponden a pacientes reales de tres grupos de edad. El algoritmo Random Forest (empleando 500 árboles) fue comparado contra cuatro otros clasificadores del estado del arte [17]:

3. 1-NN: Clasificador del vecino más cercano. Asigna la clase del patrón más cercano en el espacio.
4. RIPPER: Clasificador basado en generación de reglas de decisión

5. OneR: Clasificador que genera una única regla de decisión a partir del atributo con menor error
6. C4.5: Uno de los árboles de decisión más empleados en el área.

Todos los clasificadores fueron validados empleando 500 iteraciones del método de validación Hold-Out 60/40. Es decir, para cada iteración se tomó una muestra aleatoria de 60% del total de los datos como conjunto de entrenamiento, y el resto como datos de prueba. Los resultados fueron promediados de todas las iteraciones. Las métricas empleadas para comparar los clasificadores fueron:

- 6 Sensibilidad: también conocida como “Tasa de verdaderos positivos”, mide la proporción de pacientes con TAE que fueron catalogados como tal; es decir, correctamente diagnosticados con autismo. Se calcula de la siguiente manera:  $(\text{Verdaderos Positivos}) / (\text{Verdaderos Positivos} + \text{Falsos Negativos})$ .
- 7 Especificidad: también llamada “Tasa de verdaderos negativos”. Mide la proporción de pacientes sanos que fueron correctamente descartados para autismo. Se calcula como:  $(\text{Verdaderos Negativos}) / (\text{Verdaderos Negativos} + \text{Falsos Positivos})$
- 8 Precisión: También llamado “Poder Predictivo Verdadero” mide la confiabilidad del diagnóstico. A mayor precisión, menor número de falsos positivos reportados y mayor es la certeza de que un diagnóstico positivo (esto es, autismo detectado) es correcto. La precisión se calcula como:  $(\text{Verdaderos Positivos}) / (\text{Verdaderos Positivos} + \text{Falsos Positivos})$ .

Las tablas 1,2 y 3 muestran los resultados de las métricas de sensibilidad, especificidad y precisión de los cinco métodos comparados para niños, adolescentes y adultos, respectivamente.

Clasificador	Sensibilidad	Especificidad	Precisión
1-NN	83%	92%	91%
RIPPER	83%	88%	89%
OneR	71%	83%	82%
C4.5	86%	87%	88%
Random Forest	<b>92%</b>	<b>93%</b>	<b>94%</b>

Tabla 1. Resultados para el banco de datos de niños

Clasificador	Sensibilidad	Especificidad	Precisión
1-NN	70%	96%	93%
RIPPER	71%	82%	74%
OneR	50%	85%	70%
C4.5	69%	85%	77%
Random Forest	<b>77%</b>	<b>97%</b>	<b>94%</b>

Tabla 2. Resultados para el banco de datos de adolescentes

Clasificador	Sensibilidad	Especificidad	Precisión
1-NN	96%	<b>92%</b>	<b>97%</b>
RIPPER	93%	89%	96%
OneR	86%	78%	91%
C4.5	94%	83%	94%
Random Forest	<b>98%</b>	91%	<b>97%</b>

Tabla 3. Resultados para el banco de datos de adultos

Como puede observarse en las tablas anteriores, el algoritmo Random Forest supera a los otros algoritmos en la gran mayoría de las pruebas. En la métrica de sensibilidad (esto es, la proporción de pacientes con TEA diagnosticados como tal), Random Forest supera a todos los algoritmos en los tres bancos de datos. Sin embargo, podemos notar que la sensibilidad es baja en general para el caso de la adolescencia, lo cual puede indicar que este problema es más complejo para este rango de edades. En el caso de la especificidad (la proporción de sanos correctamente diagnosticados sanos), Random Forest fue superior en todos los casos para los tres rangos. Finalmente, en el criterio de Precisión, probablemente el más importante pues denota el verdadero poder diagnóstico del algoritmo, Random Forest superó a sus

competidores en los tres rangos, siendo igualado por única ocasión por 1-NN en el caso de los adultos. Un valor alto de precisión indica que el prediagnóstico arrojado por Random Forest es bastante confiable al presentar una incidencia casi negligible de falsos positivos.

## 5 Conclusiones y trabajo a futuro

A través de los resultados experimentales es posible notar que Random Forest tiene mucho potencial para prediagnosticar correctamente la presencia de TAE en niños, adolescentes y adultos. A pesar de que suena contraintuitivo el utilizar una combinación de clasificadores débiles y aleatorios para diagnosticar algo tan complejo, el poder de la combinación y el énfasis en la baja correlación entre los miembros del ensamble hace que este problema pueda ser atacado de forma eficiente y prometedora.

Se puede apreciar un incremento, a veces importante, de desempeño en cuanto a sensibilidad, especificidad y precisión con respecto a modelos de rigor en la literatura. Durante los experimentos se observó que a medida que se empleaban más árboles dentro del Random Forest, los resultados mejoraban. Se recomienda una investigación de los límites y tendencias del número de árboles en el desempeño del modelo para este problema.

Algo importante para investigaciones futuras sería la disponibilidad de datos originarios de pacientes mexicanos. El emplear datos de otros países en contextos nacionales puede sesgar de manera importante el aprendizaje del modelo y dificultar su aplicación para pacientes en este país. Cuando se tengan datos confiables nacionales, se podrá estudiar mejor el problema y aplicar modelos más eficaces con los cuales apoyar a la población mexicana afectada por el TEA para mejorar su calidad de vida.

**Agradecimientos.** Los autores desean mostrar su gratitud a las instituciones y departamentos que hicieron posible la realización de la presente investigación. Sin orden en particular, agradecemos al Instituto Politécnico Nacional, el Centro de Investigación en Computación, a COFAA y al CONACyT.

## Bibliografía

- [1] E. Fombonne, C. Marcin, R. Bruno, C. M. Tinoco, and C. D. Marquez, "Screening for Autism in Mexico," *Autism Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 180–189, Jun. 2012.
- [2] B. Harris and E. E. Barton, "Autism services in Mexico: A qualitative survey of education professionals," *Int. J. Sch. Educ. Psychol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–13, Jan. 2017.
- [3] M. L. Ganz, "The Lifetime Distribution of the Incremental Societal Costs of Autism," *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.*, vol. 161, no. 4, p. 343, Apr. 2007.
- [4] J. P. Tuman, D. Roth-Johnson, D. L. Baker, and J. Vecchio, "Autism and Special Education Policy in Mexico." 26-Mar-2010.
- [5] *Diagnostic and statistical manual of mental disorders, Fifth Edition.* American Psychiatric Association, 2013.
- [6] F. Thabtah, "Machine learning in autistic spectrum disorder behavioral research: A review and ways forward," *Informatics Heal. Soc. Care*, pp. 1–20, Feb. 2018.
- [7] M. Duda, R. Ma, N. Haber, and D. P. Wall, "Use of machine learning for behavioral distinction of autism and ADHD," *Transl. Psychiatry*, vol. 6, no. 2, pp. e732–e732, Feb. 2016.
- [8] A. Pratap and C. S. Kanimozhiselvi, "Predictive assessment of autism using unsupervised machine learning models," *Int. J. Adv. Intell. Paradig.*, vol. 6, no. 2, p. 113, 2014.
- [9] D. P. Wall, J. Kosmicki, T. F. DeLuca, E. Harstad, and V. A. Fusaro, "Use of machine learning to shorten observation-based screening and diagnosis of autism," *Transl. Psychiatry*, vol. 2, no. 4, pp. e100–e100, Apr. 2012.
- [10] D. P. Wall, R. Dally, R. Luyster, J.-Y. Jung, and T. F. DeLuca, "Use of Artificial Intelligence to Shorten the Behavioral Diagnosis of Autism," *PLoS One*, vol. 7, no. 8, p. e43855, Aug. 2012.
- [11] A. Crippa *et al.*, "Use of Machine Learning to Identify Children with Autism and Their Motor Abnormalities," *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 45, no. 7, pp. 2146–2156, Jul. 2015.
- [12] L. Breiman, "Random Forests," *Mach. Learn.*, vol. 45, no. 1, pp. 5–32, Oct. 2001.
- [13] L. I. Kuncheva, *Combining Pattern Classifiers: Methods and Algorithms.* John Wiley & Sons, 2014.
- [14] A. Verikas, A. Gelzinis, and M. Bacauskiene, "Mining data with random forests: A survey and results of new tests," *Pattern Recognit.*, vol. 44, no. 2, pp. 330–349, Feb. 2011.

- [15] R. E. Banfield, L. O. Hall, K. W. Bowyer, and W. P. Kegelmeyer, "A comparison of decision tree ensemble creation techniques," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 29, no. 1, pp. 173–180, Jan. 2007.
- [16] F. Thabtah and Fadi, "Autism Spectrum Disorder Screening: Machine Learning Adaptation and DSM-5 Fulfillment," in *Proceedings of the 1st International Conference on Medical and Health Informatics 2017 - ICMHI '17*, 2017, pp. 1–6.
- [17] C. M. Bishop, *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.

# **XVI. Inteligencia de Negocios**



# Bolay una visión a la seguridad móvil en Android

Gerardo Arturo Melgoza Gómez<sup>1</sup>, Luis Alberto Panduo Partida<sup>2</sup>  
Iván Alejandro Margarit Valenzuela<sup>3</sup>, Alejandra Santoyo Sanchez<sup>4</sup>, y  
Carlos Alberto De Jesús Velasquez<sup>5</sup>

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías,  
Blvd. Marcelino García Barragán #1421, esq. Calzada Olímpica, C.P. 44430, Guadalajara, Jalisco,  
México, Teléfono: +52 (33) 1378 5900

<sup>1</sup> mishigera@gmail.com, <sup>2</sup> luispanduoartida@gmail.com,  
<sup>3</sup> ivan.margarit@alumnos.udg.mx, <sup>4</sup> alejandra.santoyo@cucei.udg.mx. ,

<sup>5</sup> Intel Guadalajara Design Center,  
Av del Bosque, Col. El Bajío, Sin Nombre, C.P. 45019 Zapopan, Jalisco, México, Teléfono: +52 (33)  
1645 0000  
carlos.de.jesus@intel.com

**Abstract.** "Bolay is a system to assist to user of Smartphone wit operating system Android. This system indicate which hardware is used by the applications, in that time and the duration of use. Based on that information Bolay identify applications that use malicious the hardware.

**Keywords:** Security mobile, android, hardware, hardware security.

**Resumen.** "Bolay es un sistema diseñado para brindar una mayor seguridad a los Smartphone con sistema operativo Android. Debido a que este proporciona al usuario información acerca de que hardware está siendo utilizado por cada aplicación, cuánto tiempo lo utilizó y en qué momento. Utilizando esta información identifica cuales aplicaciones pueden estar haciendo un uso malicioso del hardware.

**Palabras clave:** Seguridad móvil, Android, periféricos. Seguridad en periféricos.

## 1 Introducción

Seguridad es una característica de cualquier sistema informático que nos indica que está libre de todo peligro [1]. En la actualidad, la seguridad informática ha requerido gran auge, dadas las cambiantes condiciones y las nuevas plataformas de computación disponibles. La posibilidad de interconectarse a través de redes ha permitido explorar más allá de las fronteras, esta situación ha llevado a la aparición de nuevas amenazas. Por consiguiente la falta de medidas de seguridad es un problema que está en crecimiento. Cada vez es mayor el número de atacantes y cada vez están más organizados, por lo que van adquiriendo día a día habilidades más especializadas que les permiten obtener mayores beneficios [2 – 3].

En el mundo de hoy, los teléfonos móviles se han convertido en una parte esencial en la vida de cada individuo. Los teléfonos móviles no son solo un medio para comunicarse con otros a través de llamadas de voz, se han convertido en un dispositivo de información personal (texto, audio, imágenes, videos), con acceso a internet y la forma de realizar diversas tareas confidenciales fuera de línea o en línea a través de diversas aplicaciones [4].

Android es la plataforma más famosa para teléfonos inteligentes, la tasa de crecimiento del mercado está aumentando gradualmente y ahora está en 84.7%. Android permite muchas fuentes abiertas, como Torrents, Google Play Store, descargas directas o mercados de terceros, por lo que los móviles Android se han convertido en un blanco fácil para los atacantes. La razón principal es la falta de conocimiento o información al usuario en el proceso de instalación y uso de las aplicaciones [5]. En semejante escenario, la seguridad móvil es un área de gran preocupación por lo que es necesario proporcionar un método seguro para preservar la confidencialidad y la integridad de los datos [4].

Para mitigar algunos riesgos de seguridad, el sistema Bolay se creó con la finalidad de indicarle al usuario si alguna aplicación está usando algún puerto exterior de su dispositivo Smartphone con sistema operativo Android. La importancia de esta información radica en que el usuario pueda darse cuenta si la

aplicación está y usando dispositivos como su micrófono y/o cámara entre otros en momentos en los que él no lo está utilizando.

## 2 Antecedentes y Aplicaciones existentes

Android ha superado a Microsoft Windows como el sistema operativo (SO) más popular del mundo, en uso total de Internet en computadoras de escritorio, portátiles, tabletas y dispositivos móviles combinados [5]. Superando la cuota de mercado de uso de internet del sistema operativo mundial con 37,93%, lo que sitúa por delante de Windows con 37,91%, [5], como lo muestra la figura 1.

Se ha demostrado que un 85% de las aplicaciones que se manejan en Android contiene un malware, esto es algo que regularmente no pasa en iOS ya que los métodos que utilizan para publicar aplicaciones en su "Store" son más estrictos, esto puede ser también porque Android llegó tarde al mercado de sistemas móviles y por consiguiente fue muy flexible a la hora de darle permisos a los programadores para desarrollar aplicaciones para su plataforma. Esto también generó que los desarrolladores de software malicioso encontrarán un punto de entrada a crear apps infectadas. Tal vez hoy en día se tenga un duro trabajo para detenerlos por que recae la responsabilidad en google, en su 'Play store' muchas veces están publicadas este tipo de aplicaciones [6].

Casi 9 de cada 10 usuarios poseen PC/Laptop y smartphone, disminuyendo el uso de PC de escritorio y creciendo el uso de tabletas, es decir, que el uso de los dispositivos móviles está teniendo un gran impulso haciendo a un lado los equipos de PC [6] como podemos ver en la figura 2.

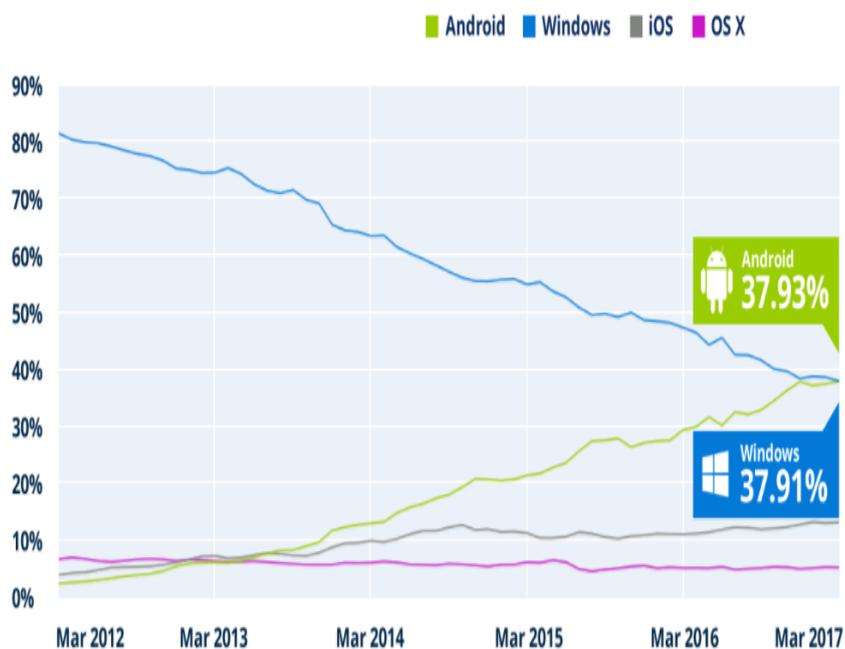


Fig. 1. Sistema operativo más popular en el mercado [5].

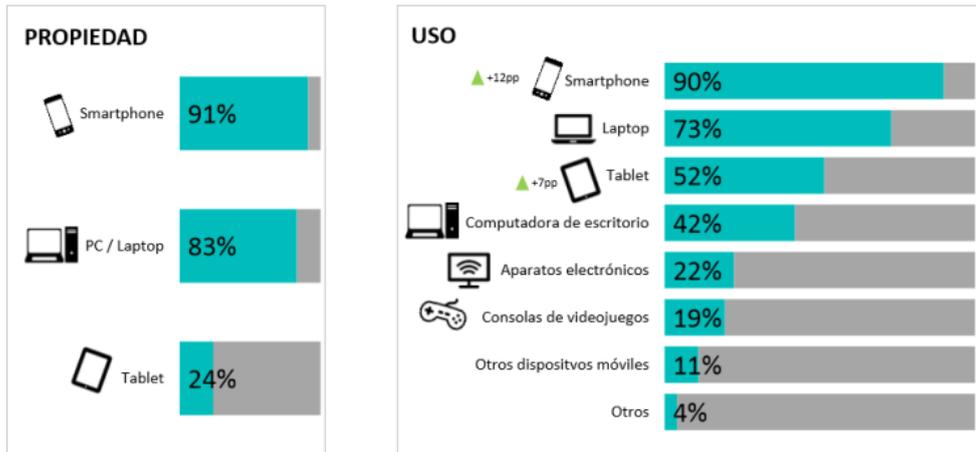


Fig. 2. Dispositivos con mayor conexión a internet. [6]

También nos podemos percatar que la mayor parte los usuarios usan sus teléfonos móviles para conectarse a internet. La mayor parte los usuarios que están conectados a la internet son mujeres con un 51% y la edad promedio es de 12 a 17 años [7] como lo podemos observar en la figura 3.

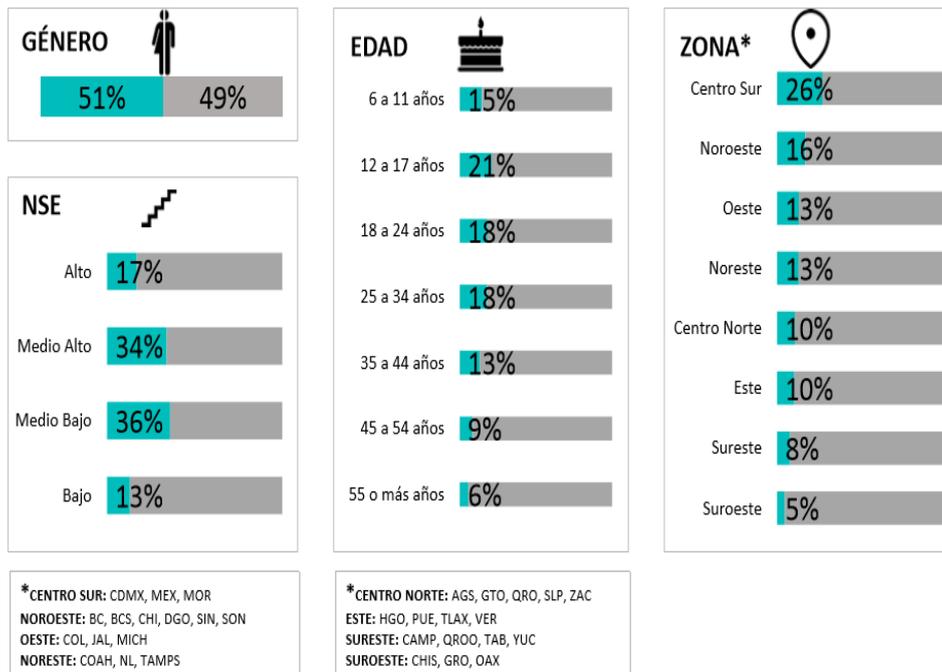


Fig. 3. Perfil de usuarios con mayor conexión a internet [7].

Una de las razones por la cual Android es vulnerable es que maneja una plataforma que se usa con fines educativos en el área de las telecomunicaciones. Además de que su plataforma es de código abierto. Los equipos móviles están formados por un conjunto de componentes de hardware capaces de soportar una gran variedad de tecnologías inalámbricas (GSM, UMTS, WiFi, Bluetooth, etc.), donde destaca uno o varios procesadores de alta prestaciones que permite ejecutar un sistema operativo muy complejo y un gran número de aplicaciones que requieren una gran capacidad de cálculo, incrementando significativamente las distintas vulnerabilidades y dejando en descubierto la seguridad haciéndolo inmune ante ataques [7].

Actualmente existen herramientas de protección, la tabla 1 muestra algunos antivirus para Smartphone, desafortunadamente la cobertura de protección de las herramientas contenidas en la tabla 1 se enfoca en la protección de información y no contemplan el uso inadvertido del hardware. Por ejemplo, al usar una

aplicación móvil se puede activar el uso de la cámara y/o el micrófono sin que el usuario se percate, siendo este tipo de vulnerabilidad la que informa Bolay.

Empresa	Producto	Características	Gratuito
Symantec	Norton Mobile Security.	Protección antimalware; Protección antirrobo; Protección de la privacidad; Filtro de llamadas y mensajes; Navegación segura	Sí (Tiene opciones Premium de paga)
Sophos	Sophos Mobile Security for Android	Protección antivirus; y antimalware; protección antirrobo y contra pérdidas; Protección contra Spam; Protección de la privacidad; navegación segura	Sí
Trend Micro	Mobile Security & Antivirus	Protección frente a virus; Protección frente a robo de datos; Navegación segura; Filtrado de llamadas y texto; Función antirrobo; Privacidad en redes sociales; Optimización del sistema	Sí (Tiene opciones Premium de paga)
TrustPort	Mobile	Antivirus; Gestor de apps; Copia de contactos; Antispam; Antirrobo; Control parental; Navegación segura	Sí (Tiene opciones Premium de paga)
WEBROOT	Secure Anywhere	Antivirus; Navegación segura; Protección antirrobo; Bloqueo de llamadas y SMS; Inspector de apps; Protección contra desinstalación	Sí (Tiene opciones Premium de paga)

**Tabla 1.** Herramientas de protección para Android [8].

### 3 Metodología

Concepto. Bolay es un sistema diseñado para mejorar la seguridad en Android, con la cual se pretende tener un listado de información de los periféricos y el uso que las aplicaciones que han tenido sobre ellos.

### 3.1 Software y forma de creación

Se está trabajando en Android Studio IDE 173.4819257 con lenguaje de programación Java con el paquete de desarrollo 15 (el cual es compatible con Android 4.0.3 o posterior) se pretende instalar las aplicaciones en la mayoría de dispositivos si no es que en todos. Para el desarrollo óptimo de la aplicación se está trabajando con la clase en Android de “UsageStatsManager” con la cual recibimos los tiempos de ejecución de las apps con esto podemos tener las estadísticas de cuanto se utiliza la cámara micrófono y demás periféricos, se pide que apps tienen permisos del uso de estos periféricos y con ello ya conjugamos los datos para saber el uso de cada app con cada periférico.

Los permisos que “ACTION\_USAGE\_ACCESS\_SETTINGS” son necesarios para las apps para poder usar algún periférico en este caso aprovechamos para poder tener un listado de las apps que necesitan permisos para ejecutar cierto hardware del dispositivo.

### 3.2 Forma de trabajo

Bolay usa parámetros de tiempo para poder medir el mismo, además no necesita estar activa para hacer su trabajo, debido a que la recolección de datos se hace a partir de parámetros que se están actualizando de manera independiente (como se ilustra en las figuras 4, 5 y 6). Por otra parte Bolay se ejecuta de forma natural en cualquier dispositivo Android del mercado actual.

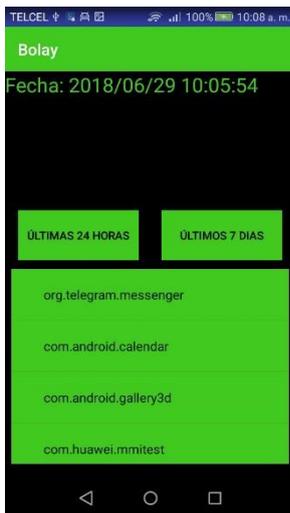


Fig. 4. Bolay primer versión



Fig. 5. Bolay en ejecución



Fig. 6. Bolay versión final

### 3.3 En ejecución

En el listado que se muestra en las figura 4, 5 y 6 se puede elegir cada uno de los segmentos para poder ver cuánto tiempo tienen de uso cada uno y que aplicaciones son las que tienen ese tiempo de ejecución.

## 4 Resultado de experimentos

Se han realizado tres versiones, en la figura 4 se muestra la primera versión, mientras se estuvo ejecutando, pudimos ir cambiando los resultados. En esta se tenía una interfaz poco intuitiva y muy complicada de entender ya que contenía el listado completo de aplicaciones con sus ID de paquete y no sus nombres de aplicación

Se creó una segunda versión (figura 5) la cual ya es más intuitiva para hacerlo atractivo para nuestros usuarios finales. Pero debido a que el paquete de desarrollo que utilizamos para esa versión no era compatible con todos los dispositivos Android fue necesario hacer una nueva versión. Por último, creamos la tercera versión que puede ser instalada en la mayoría de los dispositivos Android ya que cualquier Android con versión 4.0.3 puede correr dicha aplicación en la app se puede tener el listado por fechas desde los últimos 7 días hasta las últimas 24 horas. Cuando se selecciona se carga el tiempo total de dicho periférico en la sección que le corresponde (ejemplo: cámara podría tener un uso de 2 horas) y permite ingresar en cada una de las opciones donde se genera más información como la que aplicaciones son las que usaron todo ese tiempo total y en cuanto tiempo.

## 5 conclusiones y visión en el futuro

Bolay es una idea que estará en desarrollo por mucho tiempo, pero siempre estará disponible al público la última versión ya que se actualizará a cada nueva versión de Android para poder seguir brindando la seguridad. Pudimos observar y deducir en el tiempo que se realizaron pruebas que muchas aplicaciones llegan a usar tus periféricos en momentos que el usuario no se percata o en momentos más inoportunos, por tal motivo una herramienta como "Bolay" es imprescindible en cualquier dispositivo Android.

## Referencias

- [1] Hernández, Luis Enrique, et al. "Modelo de seguridad para redes aplicado a dispositivos móviles." *RISCE Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos* (2012): 21.
- [2] (ArCERT, 2018) ArCERT, Coordinación de Emergencias en Redes Teleinformáticas, Manual de Seguridad en Redes [En línea]  
<[http://www.arcert.gov.ar/webs/manual/manual\\_de\\_seguridad.pdf](http://www.arcert.gov.ar/webs/manual/manual_de_seguridad.pdf)> [Consulta: Enero 2018]
- [3] Bansal, Roli, et al. "A fuzzified approach to Iris recognition for mobile security." *Electronics, Communication and Aerospace Technology (ICECA), 2017 International conference of*. Vol. 1. IEEE, 2017.
- [4] Varma, P. Ravi Kiran, Kotari Prudvi Raj, and KV Subba Raju. "Android mobile security by detecting and classification of malware based on permissions using machine learning algorithms." *I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC), 2017 International Conference on*. IEEE, 2017.
- [5] Ronnie Simpson. "Android overtakes Windows for first time." *statcounter global stats*. 2017. statcounter. 25/02/2018 <http://gs.statcounter.com/press/android-overtakes-windows-for-first-time>.
- [6] Khanmohammadi, Kobra, and Abdelwahab Hamou-Lhadj. "HyDroid: A Hybrid Approach for Generating API Call Traces from Obfuscated Android Applications for Mobile Security." *Software Quality, Reliability and Security (QRS), 2017 IEEE International Conference on*. IEEE, 2017.
- [7] (Anónimo, 2017) Anónimo. (2017). Hábitos de los Usuarios de Internet en México 2017. 8 de agosto 2017, de INFOTEC Sitio web: <https://www.asociaciondeinternet.mx/es/component/remository/Habitos-de-Internet/lang.es-es/?Itemid>

# Diseño de un Criptosistema de Firma Digital

M.T.C. Reyna García Belmont<sup>1</sup> M. en A. Gabriela Lotzin Rendón<sup>2</sup>  
Ing. Luis Cabrera Hernández<sup>3</sup> M. en A. Ma. del Consuelo Puente Pérez<sup>4</sup> y  
M. en C. Gabriel Torres Santiago<sup>5</sup>

<sup>1 3 4 5</sup> Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Av. Instituto Tecnológico S/N Col. La Comunidad,  
Tlalnepantla de Baz, Edo. de México, 54070. México  
[rgarciab@itlta.edu.mx](mailto:rgarciab@itlta.edu.mx), [lcabrerah@ittla.edu.mx](mailto:lcabrerah@ittla.edu.mx), [cpuentep@ittla.edu.mx](mailto:cpuentep@ittla.edu.mx), [gabrieltorressant@hotmail.com](mailto:gabrieltorressant@hotmail.com)  
<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria, Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A.P. 175, Ciudad  
Victoria, Tamaulipas, 87010. México  
[lotbrenvaz@outlook.com](mailto:lotbrenvaz@outlook.com)

**Resumen.** La evolución de la comunicación a través de los años ha hecho que las formas de intercambiar información a distancia se agilicen con el uso de la tecnología, beneficiando a empresas, sociedad y familia en muchos ámbitos de tal manera que hoy en día la información es considerada como principal activo de las organizaciones e inclusive de las personas. Asimismo el crimen también ha evolucionado y se ha valido del robo de la información para obtener beneficio. El presente trabajo muestra el diseño de un sistema de firma digital valiéndose de métodos formales de especificación y desarrollo, identificando la tendencia de los sistemas criptográficos con la finalidad de incrementar los niveles de seguridad de la información, al ofrecer control en la generación y distribución de llaves como una protección y fortalecimiento en la seguridad de la información ante los ataques y garantizando el conocimiento del origen de esta.

**Palabras Clave:** Criptografía, Criptografía Híbrida, Firma Digital, Hash, Seguridad.

## 1 Introducción

La información y las comunicaciones son parte esencial de la vida cotidiana lo que ha evolucionado la forma en la que se realizan los trámites y procesos, permitiendo compartir información especialmente en internet, sin embargo, la transacción e interacción entre individuos se convirtió en un problema haciendo a la información susceptible de ataques como son: la interrupción, interceptación, modificación y fabricación. De acuerdo con la revista IT Now dentro de “Las 15 principales estadísticas de 2017 para IT” [1] se deriva el siguiente escenario:

- Se prevé que los daños causados por los delitos cibernéticos lleguen a 6 billones de dólares en el mundo en 2021, frente a los 3 billones de dólares en 2015.
- Se pronostica que los ataques de Ransomware a las organizaciones sanitarias se cuadruplicarán en 2020.
- 300 mil millones de contraseñas requerirán protección cibernética para 2021. La cuenta incluye 100 millones de contraseñas humanas y 200 millones de contraseñas de máquina (Internet de Cosas).
- Casi la mitad de todos los ciberataques se cometen contra pequeñas empresas. Las pequeñas empresas (que no entrenan a sus empleados en riesgos de seguridad) son susceptibles a la estafa de transacción de correo electrónico de negocios.

Dado lo anterior, es importante aplicar prácticas de diseño seguras e incluir técnicas de codificación defensiva y resistente a los ataques. Por lo que este trabajo presenta un panorama del tipo de seguridad que se puede incluir a través de criptosistemas con firma digital que, de acuerdo con el Código Fiscal de la Federación en México define que la firma es válida si cumple con los siguientes requisitos: autenticidad, confidencialidad, integridad y no repudio [2].

## 2 Estado del Arte

En la tabla 1 se mencionan algunos trabajos de firma electrónica y esquemas criptográficos híbridos a lo largo del tiempo y en diferentes partes del mundo:

Servicios de Seguridad	Mecanismos Utilizados
Secure Socket Layer (SSL) 1996	MAC, MD5, SHA, RC2, RC4, IDEA, DES, TripleDES, AES, RSA, Diffi-Hellman, DSA, Fortezza
Secure Electronic Transaction (SET) 1996	Certificados Digitales Criptografía de Llave Pública.
Private Enhanced Mail (PEM) 1993	MD5, RSA, IDEA
Pretty Good Privacy (PGP) 1991	RSA, IDEA, MD5, TripleDES

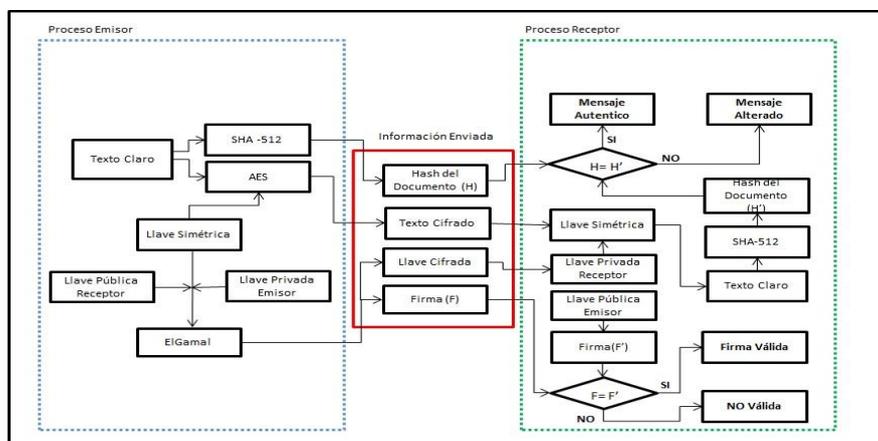
**Tabla 6.** Protocolos criptográficos de transmisión segura

Los protocolos mencionados desde una perspectiva técnica y normativa han enfatizado en la importancia de la seguridad, a través de la criptografía híbrida, funciones Hash, firma electrónica. Los sistemas funcionan mediante el cifrado de llave pública para compartir una llave de cifrado simétrica. La llave simétrica es cifrada con la llave pública y el mensaje saliente es cifrado con la llave simétrica, combinando todo en un solo paquete. El destinatario usa su llave privada para descifrar la llave simétrica, ya obtenida la llave el destinatario procede a descifrar el mensaje.

Lo anterior da la pauta de que los sistemas criptográficos sean híbridos y adopten las ventajas de diferentes tipos de algoritmos al integrar en un solo esquema la seguridad múltiple que ofrecen de manera individual [3]. Estos productos contribuyen al crecimiento del sector de nuevas tecnologías creando una cultura hacia la protección de la información.

## 3 Metodología

La criptografía se considera una disciplina matemática e informática relacionada con el cifrado y autenticación a través del uso de algoritmos de encriptación, firmas digitales y hashing que ayudan a crear herramientas de acceso haciendo que la información transmitida no sea entendible para garantizar la confidencialidad y la integridad de esta [4]. El diseño del esquema criptográfico retoma el concepto de lo que es un documento de firma digital el cual se integra a partir de los tipos de criptografía simétrica, asimétrica y hashing, con la finalidad de extraer las ventajas de cada uno de ellos, haciendo con esto un esquema de cifrado híbrido (Fig. 1).



**Fig. 1.** Esquema de cifrado híbrido propuesto

El proceso consta de las siguientes etapas:

- Determinación de valor Hash del mensaje original (Texto claro)
- Cifrado de mensaje
- Cifrado de llave simétrica y firma digital

### 3.1 Determinación del Valor Hash

Una función hash es una operación que se realiza sobre un conjunto de datos, en ocasiones denominado resumen de los datos originales de tamaño (Fig. 2).

Una función Hash debe ser capaz de soportar todos los tipos conocidos de ataques derivados del criptoanálisis para considerarse segura además de cumplir con las siguientes propiedades [5]: Unidireccionalidad, comprensión, facilidad de cálculo, difusión, colisión simple y colisión fuerte.

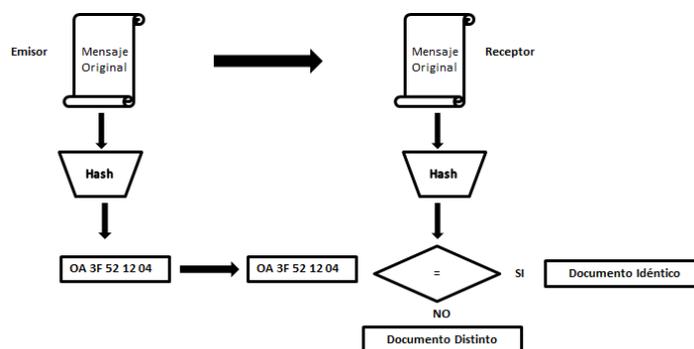


Fig. 2. Funciones Hash [6]

Para la determinación del valor hash se consideró algoritmo SHA-512 de estándar FIPS 180-4, publicado por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST) siguiendo a grandes rasgos el proceso indicado en la figura 3.

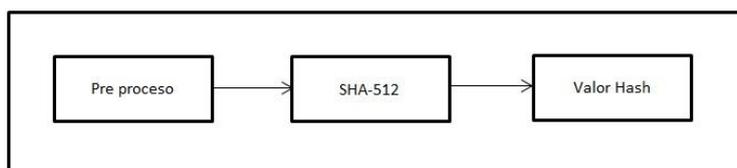


Fig. 3. Proceso para el cálculo del valor Hash

El preproceso se realiza para preparar a cadena de entrada de tal forma que quede en múltiplos de 1024 bits, una vez tratada la cadena se inicia con el algoritmo del estándar, en el cual se modificaron los valores iniciales del hash, tomando la parte fraccionaria del producto del valor de la llave y el número trascendente  $\pi$ , con esto el proceso de determinación de los valores iniciales hash no serán constantes como en la norma, sino dinámicos y dependientes de la llave utilizada.

### 3.2 Cifrado de Mensaje

Los sistemas de clave única o métodos simétricos son aquellos en los que los procesos de cifrado y descifrado son llevados a cabo por una única clave, su uso es ideal para cifrar mensajes largos gracias a la rapidez de cifrado, sin embargo, al ser una llave compartida requiere de una administración compleja de

las llaves. Dentro de estos algoritmos de cifrado existe Advanced Encryption Standard (AES) publicado como estándar por el NIST, identificado como FIPS PUB-197 (Fig. 4).

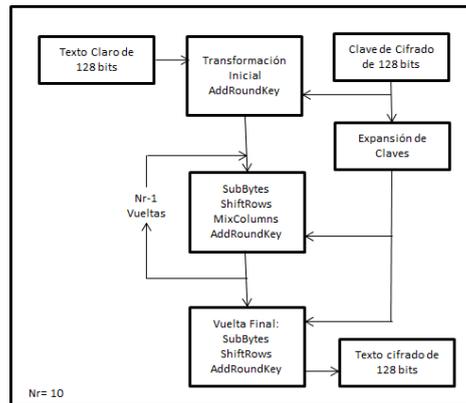


Fig. 4. Esquema de Cifrado AES [7]

El algoritmo consiste en iteraciones que emplean funciones invertibles. operando con bloques y a cada paso del algoritmo se le denomina estado [8].

### 3.3 Cifrado de Llave Simétrica y Firma Digital

Sistemas de clave pública o asimétrica, son procesos de cifrado y descifrado llevados a cabo por dos claves distintas y complementarias en donde una cifra el mensaje y sólo otra lo puede descifrar, esas claves son: privada la cual sólo ha de conocer el propietario de esta y una clave pública, complementando el cifrado simétrico, dando a lugar el cifrado híbrido como se muestra en la figura 5 [9]. Este tipo de cifrado es seguro y no exige una relación previa entre las partes para hacer el intercambio de llaves.

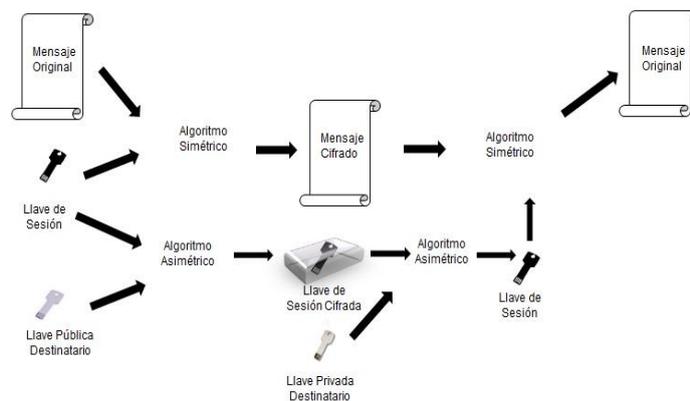
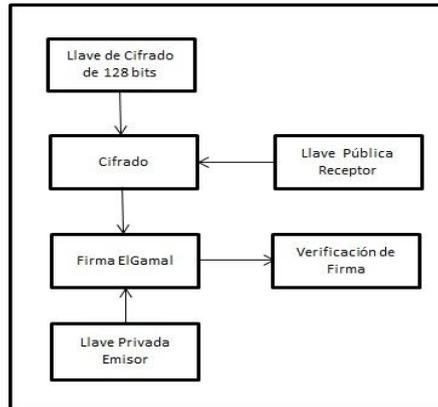


Fig. 5. Proceso Criptográfico Híbrido

ElGamal es un mecanismo criptográfico asimétrico que permite transmitir un mensaje de tal manera que el receptor puede determinar el origen del mensaje y confirmar que éste no ha sido alterado cumpliendo con las características de autenticación de origen, no repudio e integridad, a través de la firma digital (Fig. 6), la seguridad de este algoritmo se basa en la dificultad del problema del logaritmo discreto.



**Fig. 6.** Esquema General de Firma Digital

## 4 Resultados

Realizadas las aplicaciones de manera independiente se procede a la integración de los módulos de AES, SHA-512 y ElGamal en una sola aplicación, obteniendo con ello un esquema de comunicación segura, donde:

1. Se extrae el valor Hash del documento con texto claro aplicando el algoritmo SHA-512.
2. Con base a un documento con texto claro se procede a encriptar con AES, el cual es un algoritmo de cifrado simétrico.
3. Cifrado el documento, la llave simétrica se cifra de manera asimétrica con la llave pública del receptor y con la llave privada del emisor y se determina la firma digital empleando ElGamal.
4. Se envían al receptor el mensaje cifrado, el valor Hash del documento, el cifrado de la llave simétrica y la firma determinada.
5. El emisor descifra con ElGamal y su llave privada la llave simétrica del documento cifrado y con la llave pública del emisor calcula la firma para compararla con la enviada, si son iguales la firma es válida y garantiza la integridad de la llave enviada, así como la autenticidad del firmante.
6. Con la llave obtenida descifra el documento cifrado con AES y determina el valor Hash con SHA-512 esto es  $H'$ .
7. Se compara  $H$  con  $H'$  si son iguales se garantiza la integridad del documento digital. En caso de que no sean iguales es señal de que el documento fue alterado o bien la llave pública no corresponde con la llave privada del firmante.

El desarrollo de este trabajo está basado en un enfoque práctico para mantener la seguridad de la información, basado en el uso de estándares formales (Fig. 7).

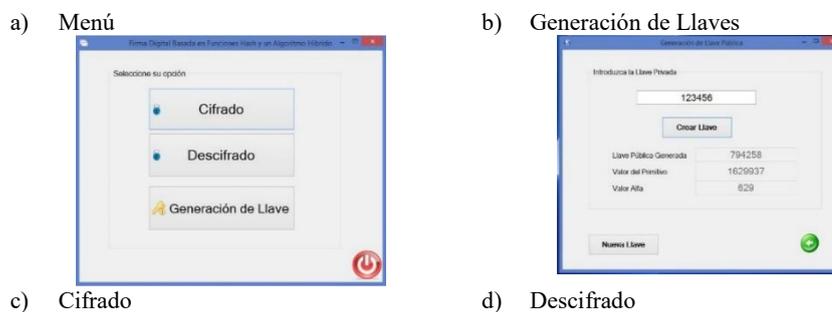




Fig. 7. Pantallas de Criptosistema

El desarrollo deriva un sistema de comunicación, logrando los resultados especificados en la tabla 2.

Servicio de Seguridad	Resultado	Mecanismo Utilizado
Autenticación	La identidad de los involucrados en la comunicación queda acreditada, garantizando la identidad de los participantes.	Algoritmo de encriptación asimétrica (ElGamal)
Confidencialidad	La información contenida en el mensaje es protegida para su envío por la red al mantenerse oculta en el envío y sólo el receptor designado puede descifrar el mensaje.	Algoritmo de encriptación simétrica (AES) Algoritmo de encriptación asimétrica (ElGamal)
Integridad	Verifica que el contenido del mensaje enviado no se encuentre alterado, en caso de ser alterado el valor enviado por el emisor va a diferir del calculado por el receptor reflejando con ello que el documento no es el mismo.	Función Hash (SHA-512)
No repudio	Garantiza la identidad del firmante y el emisor del mensaje no puede desconocer el envío de la información.	Firma Digital (ElGamal)

Tabla 2. Resultados Obtenidos

Con base a los términos tratados el esquema de comunicación desarrollado permite la comunicación segura de tal forma de que, si el mensaje enviado es interceptado, el atacante difícilmente lo podrá decodificar y que los mecanismos empleados, permiten cumplir con las disposiciones que rigen la firma electrónica de manera legal al cumplir con la integridad, confiabilidad, confidencialidad y no repudio que demanda un esquema de seguridad.

## 5 Conclusiones y Trabajos Futuros

La criptografía desde tiempos remotos hasta la actualidad ha tenido un peso enorme y ha influido en el curso de la historia en ámbitos de economía, finanzas, política y militar y ha ido evolucionando con el paso del tiempo, hoy en día lo más usado es el cifrado híbrido acompañado de la firma digital con la finalidad de incorporar elementos que nos permitan garantizar la seguridad y al mismo tiempo alinearnos a la parte legal, variando sólo las técnicas empleadas y las implementaciones que uno como programador realice para hacer único el criptosistema.

La aplicación desarrollada satisface los requerimientos más importantes de la seguridad, concluyendo que los criptosistemas son seguros sin embargo la parte que se puede considerar vulnerable es el factor humano, considerado como el eslabón más débil dentro de un esquema de seguridad y se debe en gran medida a la falta de capacitación en cuanto al uso de tecnología y falta de cultura de seguridad información lo que es una amenaza que ha ido en aumento al contar con empleados negligentes o inconscientes lo que puede provocar la pérdida de información de manera involuntaria. Otro problema que se presenta es el fraude, que se puede presentar, aunque un criptosistema sea excelente y extremadamente

seguro, sino se cuenta con la discreción y lealtad de los usuarios se puede lucrar con la información para beneficio propio.

El criptosistema además de permitir el uso de estrategias para el manejo de datos seguros consume recursos haciendo de esto un área de oportunidad para realizar mediciones de desempeño y analizar el uso de variables y estructuras de tal forma de que se pueda adaptar el sistema en una arquitectura paralela con el fin de optimizar los recursos computacionales a través de identificación de módulos concurrentes para su ejecución.

## Referencias

- [1] G. Varela, «Las 15 principales estadísticas de 2017 para IT,» IT Now, América Central y el Caribe, 2017.
- [2] M. G. Calderón Martínez, «Seguridad de la Firma Electrónica,» *Praxis de la Justicia Fiscal y Administrativa*, vol. 1, nº 1, pp. 61-83, Noviembre 2008.
- [3] EcuRed, «EcuRed Conocimiento con todos y para todos,» Junio 2006. [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/Cifrado>. [Último acceso: 27 Junio 2017].
- [4] Security Standards Council (PCI), «Norma de seguridad de datos(DSS) de la industria de tarjetas de pago (PCI) y normas de seguridad de datos para las aplicaciones de pago (PA-DSS),» Enero 2014. [En línea]. Available: [https://es.pcisecuritystandards.org/\\_onelink\\_/pcisecurity/en2es/minisite/en/docs/PCI\\_DSS\\_v3\\_Glossary\\_ES-LA.pdf](https://es.pcisecuritystandards.org/_onelink_/pcisecurity/en2es/minisite/en/docs/PCI_DSS_v3_Glossary_ES-LA.pdf). [Último acceso: 20 Junio 2017].
- [5] J. Ramió Aguirre, «Curso de Seguridad Informática y Criptografía,» Unidad Politécnica de Madrid, 01 marzo 2006. [En línea]. Available: [www.seguridadpublica.es/Cursos/Cursoinformatica/15.ppt](http://www.seguridadpublica.es/Cursos/Cursoinformatica/15.ppt). [Último acceso: 16 Octubre 2014].
- [6] J. A. Medina Rosas, *Funciones Hash Criptográficas*, México, Distrito Federal: Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.
- [7] A. Fúster Sabater, L. Hernández Encinas, A. Martín Muñoz, F. Montoya Vitini y J. Muñoz Masqué, *Criptografía, Protección de Datos y Aplicaciones (Guía para estudiantes y profesionales)*, Primera ed., S. d. M. Alfaomega Grupo Editor, Ed., Madrid, Madrid: Alfaomega Ra-Ma, 2012, p. 364.
- [8] National Institute of Standards and Technology (NIST), «Advanced Encryption Standard (AES) FIPS PUB-197,» EEUU, 2001.
- [9] Real Casa de la Moneda, «Fabrica Nacional de Moneda y Timbre,» 25 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://www.cert.fnmt.es/popup.php?o=faq>. [Último acceso: 16 Febrero 2015].

# **XVII. Internet de las Cosas**



# Metodología de Desarrollo de Aplicaciones del Internet de Las Cosas (MeDAIC)

L.I. Miguel Ángel Montoya Del Campo <sup>1</sup> y Dr. Ricardo Rafael Quintero Meza <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Culiacán – Calle Juan de Dios Bátiz SN, Instituto Tecnológico de Culiacán, Colonia Guadalupe, CP 80220, Culiacán Rosales, Sinaloa  
Ma.montoya83@hotmail.com

**Abstract.** *Hoy en día el Internet De Las Cosas ha tomado gran auge tanto en las empresas del sector manufacturero, así como en las que se dedican al sector productos y servicios, sin embargo, las Metodologías de Desarrollo de Software empleadas para su elaboración siguen siendo las mismas que se desarrollaron para proyectos tradicionales donde no se involucran elementos del Internet de Las Cosas como lo son: circuitos, sensores y actuadores entre otros elementos que interactuarán en el sistema. El presente artículo describe una Metodología de Desarrollo de Aplicaciones del Internet De Las Cosas (MeDAIC) que consta de 8 etapas que apoyan al desarrollador en la administración de su proyecto mediante la construcción de artefactos entregables en cada una de las etapas del desarrollo hasta llegar a la implementación.*

**Keywords:** Ingeniería de Software, Internet de las Cosas, Metodología de Desarrollo, Arquitectura de Software.

## 1. Introducción

Generalmente cuando se requiere el desarrollo de un sistema de información para la industria manufacturera o de comercio en general, los desarrolladores de software con el objetivo de administrar su tiempo y recursos disponibles se apegan a los denominados marcos de desarrollo (Frameworks) los cuales dependiendo del tipo de industria y los objetivos que se persigan será el modelo que se emplee para lograr los objetivos que se pretenden alcanzar.

Desde el año 1960 a la fecha han surgido múltiples metodologías de desarrollo de software que han cubierto las necesidades de los proyectos en turno tomando en consideración las necesidades del cliente, los objetivos generales, objetivos específicos, así como los tiempos de desarrollo y los actores involucrados en dichos proyectos. Cada metodología tiene como base su propio enfoque para el desarrollo de software los cuales podrían ser: Modelo en Cascada (Framework lineal), Prototipado (Framework iterativo), Iterativo Incremental (Combinación entre lineal e iterativo), Espiral (Combinación entre lineal e iterativo) y RAD (Framework iterativo). En lo que respecta al desarrollo de Software del Internet de las cosas (IoT) su desarrollo es implementado a través de la adecuación de una de las metodologías existentes al proyecto en cuestión ya que actualmente no existe una metodología que se aplique de manera particular a proyectos IoT por lo que los elementos como: dispositivos inteligentes, circuitos, relevadores y actuadores son adheridos al flujo del sistema como si se tratasen de objetos simples, siendo que estos deben ser considerados como elementos funcionales que reciben datos, procesan información y proveen respuestas al sistema principal, es decir, como si se tratasen de usuarios alternos del sistema quienes requieren de información de entrada así como de un tiempo mínimo para recibir la respuesta.

En el presente artículo se describe una Metodología de Desarrollo del Internet de las Cosas (MeDAIC) que consta de 8 etapas, cada una de ellas construye un artefacto entregable que alimenta a la capa siguiente, la metodología sigue un enfoque lineal e iterativo lo que permite que sea flexible a cambios en etapas avanzadas del desarrollo sin perder la continuidad del proyecto.

## 2. Estado del Arte

Las metodologías de desarrollo de Software surgen a partir de la necesidad de dar orden y estandarizar los procesos de desarrollo con la intención de crear marcos de trabajo que pueda replicarse en cualquier tipo de proyecto, con estas medidas los desarrolladores pueden definir tareas generales y tareas específicas que serán atendidas por expertos en cada una de las áreas del desarrollo del sistema, garantizando la estabilidad durante las distintas etapas así como la seguridad en las etapas cruciales del proceso.

Hoy en día es posible clasificar las metodologías de desarrollo en tres grandes grupos: las metodologías de desarrollo tradicional, las metodologías ágiles y las metodologías híbridas.

### 2.1 Metodologías Tradicionales

Las metodologías de desarrollo tradicionales son aquellas que consideran fuertemente la importancia de la documentación de los sistemas, porque mediante ella se permite el entendimiento, prolongamiento y mantenimiento de software (Braude, 2005). Estas metodologías de desarrollo proveen un orden y estructura bien definida. Algunos ejemplos de estas metodologías de desarrollo son el Modelo de Cascada y el Proceso Unificado Racional, RUP por sus siglas en inglés.

### 2.1 Metodologías de desarrollo ágiles.

Los largos procesos burocráticos y grandes cantidades de documentación que las metodologías tradicionales practican y generan dieron origen al nacimiento de los métodos ágiles durante la década de los 90s (Jalote, 2008), desde entonces, la adopción de este tipo de metodologías de desarrollo ha obtenido cada vez mayor fuerza en la industria del software al demostrar mejor productividad y calidad que los métodos tradicionales. Las metodologías de desarrollo ágil se enfocan en la reducción de los tiempos de desarrollo generando entregables softwares en iteraciones cortas. Son especiales para entornos donde los requisitos del sistema se encuentran en constante cambio.

Dentro de las metodologías de desarrollo ágil más comunes encontramos a Scrum (Metodología más popular entre las ágiles) y Programación extrema XP.

### 2.3 Metodologías Híbridas

Las metodologías híbridas intentan tomar los mejores aspectos de las metodologías de desarrollo tradicionales y ágiles para crear una combinación de las mejores prácticas descritas en cada una de ellas (Orantes-Jimenez, 2011). Un ejemplo de este tipo de metodología es el Proceso Unificado Esencial, EssUP por sus siglas en inglés, creado por Ivaar Jacobson.

### 2.4 Metodología para el desarrollo de aplicaciones IoT

La presente metodología ha sido presentada por Bagha y Madisetti en el año 2014 y ha sido creada con base en modelo de referencia arquitectónico IoT-A (Madisetti, 2014) y consiste en una serie de diez pasos que guían al diseñador por un proceso altamente documentado.

Los pasos definidos en esta metodología de diseño son:

1. Propósito y especificación de requerimientos.
2. Especificación del proceso.
3. Especificación del modelo de dominio.
4. Especificación del modelo de información.
5. Especificación de servicios.
6. Especificación del nivel IoT.
7. Especificación de la vista funcional.
8. Especificación de la vista operacional.
9. Integración de dispositivo y componente.
10. Desarrollo de la aplicación.

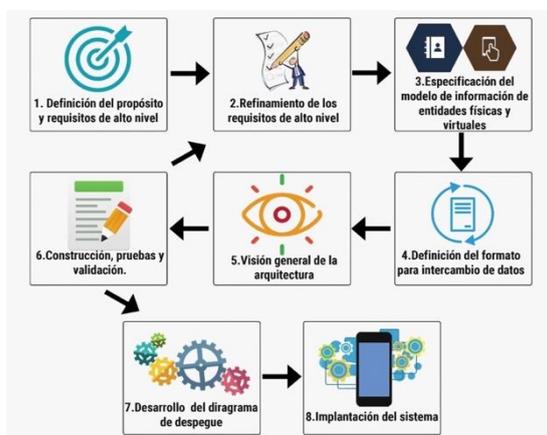
Esta metodología presenta un enfoque tradicional para la elaboración de aplicaciones IoT. A pesar de tener un enfoque consistente para el diseño de este tipo aplicaciones, no considera la posibilidad de que los requisitos sean cambiados en ningún momento, por lo que no se toman en cuenta pasos en los que los requisitos sean revisados con los stakeholders del proyecto para poder tomar medidas ante algún posible cambio.

### 3. Metodología

Motivados por los avances tecnológicos y la creciente demanda en la creación de sistemas orientados al Internet de las Cosas (IoT) para la modernización de la industria manufacturera, de productos y servicios así como en la detección de la necesidad de estandarizar los procesos de fabricación de dichos sistemas mediante una metodología estandarizada que permita incorporar a los componentes electrónicos tales como actuadores, relevadores y dispositivos inteligentes desde la etapa de planeación del sistema hasta su implementación en campo es que se propone una Metodología de Desarrollo de Aplicaciones del Internet de las Cosas (MeDAIC) que consta de 8 etapas cada una de las cuales produce un artefacto entregable, el cual alimenta a la etapa siguiente.

Las etapas que conforman esta metodología de desarrollo son las siguientes:

1. Definición de propósitos y requisitos de alto nivel
2. Refinamiento de los requisitos de alto nivel
3. Especificación del modelo de información de entidades físicas y virtuales
4. Definición del formato y estructura para el intercambio de datos
5. Visión general de la arquitectura
6. Construcción, pruebas y validación
7. Desarrollo de diagrama de despliegue
8. Implementación del sistema



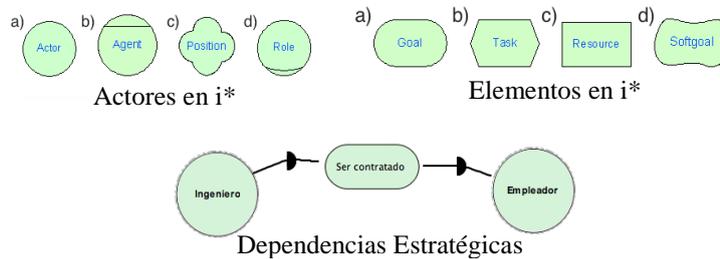
**Figura 3.2** Metodología MeDAIC

Cada una de las etapas desarrolla una serie de tareas particulares las cuales pueden ser delegadas a expertos de dominio propiciando con esto el trabajo colaborativo multidisciplinario. A continuación, se describirán las 8 etapas que conforman la metodología MeDAIC.

#### 3.1. Definición del propósito y requisitos de alto nivel

El primer paso de MeDAIC consiste en la definición del propósito del sistema mediante una reunión con los stakeholders y el establecimiento de los requisitos de alto nivel por medio de un modelo estratégico de dependencias i\*, SDM por sus siglas en inglés. SDM es un modelo que se forma a partir de un conjunto de nodos y ligas, donde cada nodo representa a un actor y cada liga entre dos actores indica que un actor depende de otro en algo, para que el primero logre cumplir con una meta (istarwiki.org, 2011).

Cabe resaltar que el SDM no muestra los detalles que conlleva la red de dependencias para el logro de los objetivos generales del sistema. Dada la definición anterior, se puede resumir que el SDM es un modelo que muestra la intencionalidad de los actores del sistema y sus dependencias estratégicas para el logro de objetivos generales. A continuación, se muestran algunos elementos de modelado del marco de trabajo *i\** para la construcción de un SDM.

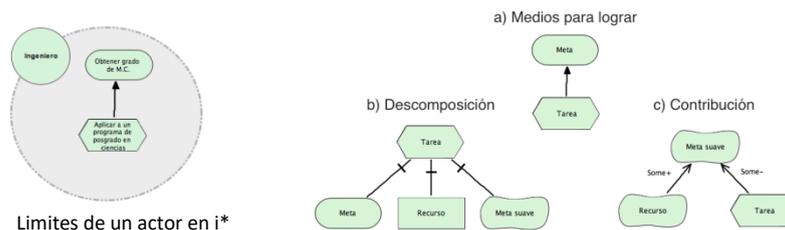


**Figura 3.2** Componentes de modelo de dependencias *i\**

Las dependencias estratégicas son modeladas mediante una liga que contiene una especie de "D". Las ligas dependencia son leídas en el sentido de la "D", esto quiere decir que, en el caso de la figura mostrada anteriormente el actor ingeniero, depende del actor empleador para ser contratado.

### 3.2. Definición del propósito y requisitos de alto nivel

El segundo paso de la metodología consiste en la reducción del grado de abstracción del modelo estratégico de dependencias, para ello se elabora un modelo estratégico racional *i\**, SRM por sus siglas en inglés. Con un SRM a diferencia del SDM, se documenta la estructura lógica interna de cada actor dentro un límite, representado como una línea circular y la estructura interna de los actores es definida en términos de metas, tareas, recursos y metas suaves (atributos de calidad), los cuales se relacionan por medio de diferentes tipos de ligas tal como se muestra en la figura 3.2.



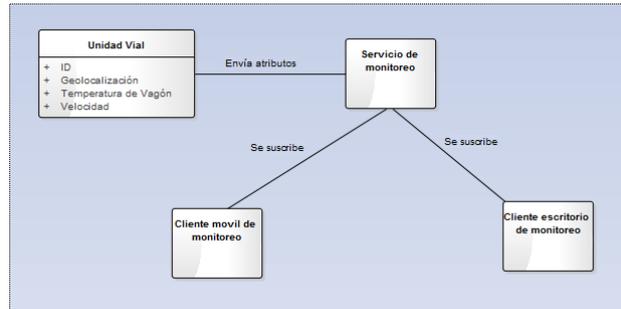
**Figura 3.2** Relaciones del Framework *i\**

En esta etapa de la metodología, además de la realización del SRM, se procede a la elaboración de diagramas de secuencia de sistema de las tareas que en este modelo impliquen un proceso de desarrollo. La elaboración de diagramas de secuencia de sistema en esta etapa tiene la finalidad de establecer el flujo de ejecución de los procesos del sistema en cuestión.

### 3.3. Especificación del modelo de información de entidades físicas y virtuales

El tercer paso de MeDAIC consiste en la definición de un modelo de información de las entidades físicas de las cuales existe interés por compartir algún tipo de información y su relación con otras entidades virtuales; por ejemplo, en el caso de un sistema de monitoreo para la entrega de productos agrícolas una de las entidades de interés será la unidad vial que se encarga de transportar los productos. La elaboración de este modelo se realiza utilizando UML.

La Figura 3.3 representa un ejemplo de este tipo de modelo. De la unidad vial se identifican como atributos de interés el identificador de la unidad, su geolocalización, velocidad y temperatura a la cual se encuentra el vagón donde se almacenan los productos agrícolas.



**Figura 3.3** Empleo de entidades físicas y virtuales

### 3.4. Definición del formato y estructura para el intercambio de datos

En este paso se define el formato y estructura con el que será enviada la información de las entidades físicas hacia los clientes suscritos al sistema. Se puede elegir cualquier formato deseado, pero se recomienda ampliamente el uso de la notación de objetos de JavaScript (JSON) por tener una notación simple y su capacidad de ser utilizado para intercambiar información entre programas escritos en todos los lenguajes de programación modernos.

JSON está basado en la notación de objetos literales de JavaScript, la cual es una de sus mejores partes. A pesar de que este formato es un subconjunto de JavaScript, es independiente del lenguaje; JSON es un formato de texto, así que es leíble por humanos y máquinas. Es fácil de implementar y de utilizar (istarwiki.org, 2011).

### 3.5. Visión general de la arquitectura

El siguiente paso es el desarrollo de una visión general de la arquitectura del sistema. La visión general de la arquitectura se presenta a los diferentes stakeholders para brindar un panorama claro sobre la propuesta de construcción del sistema. Esto permitirá dar conocimiento sobre las interfaces del sistema, cómo se verán satisfechos los requisitos de calidad y cómo es que el sistema podrá evolucionar en un momento dado.

### 3.6. Construcción, pruebas y validación

En este paso se procede al desarrollo y pruebas del sistema; esto incluye el desarrollo de prototipos hardware y la definición del alcance del ciclo de trabajo con los stakeholders. Una vez terminados los procesos de construcción y pruebas se procede a realizar una reunión con los stakeholders para verificar si efectivamente se está logrando el cumplimiento de los requisitos o si existe algún requisito que necesite ser modificado o agregado. En caso de modificaciones a los requerimientos se vuelve al paso número dos para realizar las modificaciones pertinentes a los modelos; en caso de cumplir con las expectativas de los stakeholders se procede al siguiente paso.

### 3.7. Desarrollo del diagrama de despliegue

Como penúltimo paso se tiene el desarrollo de un diagrama de despliegue. La elaboración del diagrama de despliegue tiene la finalidad de capturar las relaciones entre un particular elemento conceptual o físico que conforman el sistema modelado y los artefactos software que contienen (OMG, 2013). Sirve como guía para llevar a cabo la implantación del sistema en cuestión.

### 3.8. Implantación del sistema

Como último paso de la metodología MeDAIC, se procede a realizar la implantación del sistema. El ingeniero encargado de realizar la implantación deberá tomar el diagrama de despliegue como base de referencia, para que, de acuerdo con las especificaciones topológicas plasmadas en este diagrama realice una correcta implantación del sistema.

### 4. Caso de prueba

Como caso de prueba se implementó la metodología en proyectos productivos de la industria agrícola en un par de aplicaciones orientadas al IoT en el marco de desarrollo del proyectos productivos denominado “Agricultura Inteligente” cuyo objetivo es el de realizar monitoreo y control de las condiciones climatológicas de las parcelas de cultivo, para ello se instalan estaciones de control equipadas con sensores que realizan lecturas de las condiciones del suelo, así como del ambiente que los rodea. La información es enviada vía SMS a un servidor central que procesa la información y queda a disposición de los clientes mediante sus dispositivos móviles en tiempo real.

También se realizó la implementación de la metodología MeDAIC en un proyecto denominado “My Smart Hotel” el cual resultó ganador del concurso nacional “ENEIT 2017” organizado por el Tecnológico Nacional de México (TECNM) en su categoría “Reto Empresarial”.

Durante la implementación del modelo en los sistemas funcionales se definieron parámetros para ser medidos y posteriormente comparados con otros ejercicios similares buscando con ello identificar los puntos débiles de la metodología para su posterior refinamiento.

En los casos de prueba seleccionados se le dio seguimiento a una serie de métricas buscando que estas fueran representativas y que la información recabada diera luz en cuanto a la viabilidad en el uso de la metodología en proyectos IoT.

**Tabla 15 Métricas de control de MeDAIC**

Número de ocasiones en que se probó el concepto o prototipo realizado.	3 veces
Cantidad de recurso humano dedicado a la transformación.	16 personas
Cantidad de equipamiento dedicado a la transformación.	14 computadoras, 2 servidores
Tiempo invertido por los directores en actividades de transformación.	2 horas al día
Tiempo promedio de conceptualización o definición de los nuevos proyectos IoT.	10% del tiempo total
Número de proyectos autorizados para implementación.	3 proyectos
Tiempo promedio de desarrollo del proyecto.	4 meses
Porcentaje de éxito (Número de proyectos exitosos frente a los fallidos)	60% de proyectos terminados
Comparativa de comportamiento de la metodología MeDAIC frente a metodologías tradicionales del mismo tipo.	2 comparativas

### 5. Resultados del experimento

Se observó que la metodología cumple con los estándares recomendados por el modelo de referencia arquitectónico IoT-A (Madiseti, 2014) y que es posible elaborar proyectos orientados al IoT debido a su flexibilidad y adaptabilidad.

Se realizó una tabla comparativa de los elementos más relevantes entre metodologías tradicionales y la metodología MeDAIC arrojando los siguientes resultados:

**Tabla 16: Metodologías tradicionales vs Metodología MeDAIC**

SCRUM	EXTREME PROGRAMMING	MeDAIC
Las iteraciones de entrega duran de dos a cuatro semanas, se les conoce como sprint	Las iteraciones de entrega duran de una a tres semanas	Las iteraciones de entrega duran de dos a tres semanas, se les conoce como iteración
Cuando un sprint finaliza su ciclo de vida y al ser autorizado por el propietario, este ya no se retoma en ningún momento.	Las entregas que se van liberando al cliente son susceptibles a cambios durante el tiempo de vida del proyecto.	Las iteraciones que son liberadas a los propietarios son susceptibles a cambios en cualquier momento durante el desarrollo del proyecto.
El equipo de desarrollo trata de seguir el orden de prioridades marcado por el propietario, pero si ven que es mejor modificar el orden de prioridades para el desarrollo de las tareas, pueden hacerlo	El equipo de desarrollo sigue estrictamente el orden de prioridades de las tareas definidas por el cliente (Aunque el equipo de desarrollo le ayude a decidir, ellos son los que mandan)	El equipo de desarrollo define junto con el propietario la lista de prioridades y se sigue de manera estricta el orden definido de común acuerdo.
Scrum es una metodología de desarrollo ágil más basada en la administración de proyectos.	La metodología XP se centra en la propia programación o en la creación de productos.	MeDAIC es una metodología que se centra en la gestión y administración de proyectos al IoT.
Cada miembro del equipo de desarrollo trabaja de forma individual.	Los miembros del equipo trabajan en pareja en un proyecto XP	Los miembros del equipo resuelven cada iteración de forma colaborativa.
Recomendado para las mejoras rápidas y organizaciones que no dependen de una fecha límite	Recomendado para proyectos de corta duración y con tiempos de entrega limitados.	Recomendado para proyectos IoT de mediano o largo alcance.

## 5. Conclusiones

Al analizar la metodología MeDAIC y al observar su comportamiento durante la implementación de los casos de prueba podemos decir que es una metodología de desarrollo que se englobaría dentro de las denominadas metodologías ágiles poniendo especial atención en la obtención de los resultados y reduciendo la burocracia que utilizan las metodologías tradicionales.

Al comparar el comportamiento de MeDAIC frente a las metodologías tradicionales y al observar los resultados de las métricas impuestas a la metodología durante el periodo de prueba podemos decir que MeDAIC cumple con los requerimientos esperados en cuanto a gestión y administración de proyectos se refiere.

Considerando el rápido crecimiento e importancia que la IoT está tomando en la actualidad, se requiere de mayores esfuerzos en ingeniería de software para la especificación, diseño, construcción y mantenimiento de aplicaciones de la IoT. Es por ello por lo que ha sido motivada la creación de la metodología de desarrollo de aplicaciones de la IoT presentada en este trabajo.

## Referencias

- Braude, E. (2005). *Ingeniería de Software: Una Perspectiva Orientada A Objetos*. Alfaomega.
- istarwiki.org. (2011). *i\* guide*. Obtenido de <http://istar.rwth-aachen.de>
- Jalote, P. (2008). *A Concise Introduction to Software Engineering. Undergraduate Topics in Computer Science*. Springer.
- Madisetti, A. B. (2014). *Internet of Things: A Hands-On Approach: Vpt*.
- OMG, O. U. (2013). Obtenido de <http://www.omg.org/spec/UML/2.5/Beta2>
- Orantes-Jimenez, E. M.-H. (2011). *META : a new hybrid methodology to software development created to suit the current needs in Mexico for ICTA 2011*.
- P. Trivedi, A. S. (2013). A Comparative Study between Iterative Waterfall and Incremental Software Development Life Cycle Model for Optimizing the Resources Using Computer Simulation. *Information Management in the Knowledge Economy (IMKE)*, 188-194.

# **XVIII. Matemáticas Computacionales**



# Procesamiento de imágenes para monitoreo de cultivos basado en el índice de biomasa NDVI

Luis A. Gama Moreno<sup>1</sup>, Carlos Martínez Hernández<sup>1</sup>, Violeta H. Plazola Soltero<sup>1</sup>,  
J. Luis Torres Rodríguez<sup>1</sup>, Jorge Flores Peña<sup>1</sup>

<sup>1</sup> TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO  
Instituto Tecnológico Tlajomulco, Jalisco. Km. 10 Carretera Tlajomulco-San  
Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga Jalisco. 45640.  
{lgama, cmartinez, vplazola, jltmr, jflores}@ittlajomulco.edu.mx

**Abstract.** En este artículo se presenta el diseño de una aplicación para detectar el índice de biomasa en base a imágenes tomadas a cultivos en ambientes controlados. La aplicación denominada NDVICam<sup>6</sup>, está basada en el procesamiento de imágenes para detectar el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI: Normalized Difference Vegetation Index) el cual es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición (por medio de sensores remotos) de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja [12]. NDVICam procesa dos imágenes tomadas al mismo objetivo que representan: 1) el espectro de colores visibles (RGB) y 2) el espectro infrarrojo (no visible). Al procesar ambas imágenes se obtiene un patrón de valores entre -1 a 1 los cuales representan el nivel de salud (desde 0.66 a 1.0) de la planta representado en una escala de colores, para facilitar la deficiencia de nutrientes en un cultivo.

**Keywords:** NDVI, Infrarrojo, Procesamiento-Imágenes, Agricultura de Precisión.

## 1 Introducción

La agricultura es considerada como una de las actividades económicas más importantes en distintas zonas a nivel mundial, por esta razón a través del tiempo ha ido evolucionando y adaptando nuevas estrategias con el propósito de cubrir los requerimientos de los productores y de las distintas formas de cultivo [10]. Un ejemplo de esto es la denominada Agricultura de Precisión (AP), la cual se refiere a la gestión de la producción agrícola a partir de la observación, la medida y la forma de resolver cualquier factor que puedan determinar que un cultivo tenga éxito o no [1, 3]. La AP se ha convertido en un gran aliado en el campo agrícola, entre algunas de sus características están, por ejemplo, *aplicar la cantidad correcta de insumos, en el momento adecuado y en el lugar exacto*. Es el uso de la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote [1, 3, 10]. La agricultura de precisión involucra el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo [3, 4, 9]. Las tecnologías de la AP permiten satisfacer una de las exigencias de la agricultura moderna: el manejo óptimo de grandes extensiones.

Por otro lado, los avances en los sistemas de monitoreo remoto han creado los llamados vehículos aéreos no-tripulados (unmanned aerial vehicles: UAV), comúnmente conocidos como drones. Estos son capaces de capturar videos e imágenes aéreas en perspectivas que no se pueden lograr por ningún otro medio, especialmente en zonas de alto riesgo como acantilados, laderas, faldas de cerros, entre otros. Estos vehículos aéreos no tripulados pueden operar con diversos grados de autonomía: ya sea bajo control remoto por un operador humano, o de manera completamente autónoma, a través de computadoras de control de vuelo [8].

---

<sup>6</sup> Este trabajo está desarrollado dentro del proyecto de investigación financiado por el Tecnológico Nacional de México (TECNM) titulado "AG-DRONE: Monitoreo de cultivos agrícolas basado en Drones" con clave: 5884.16-P, y desarrollado en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jal.

Existen esfuerzos y trabajos orientados al apoyo de la agricultura utilizando una gran diversidad de tecnologías. En [13] se presenta una nueva metodología para monitorear la fenología de la vegetación global a través de series de tiempo de datos satelitales. En [5] se evalúan dos índices de vegetación diferentes de dos nuevos sensores diseñados para el monitoreo de vegetación lanzados en años recientes: 1) el Espectrómetro de Imágenes de Resolución Moderada (MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectrometer) a bordo de los satélites Terra (EOS AM-1) y Aqua (EOS-PM 1), y 2) el Espectrómetro de Imágenes de Resolución Media (MERIS: Medium Resolution Imaging Spectrometer) en el satélite ENVISAT y VEGETATION. En [7] se describe un sistema para adquisición de fotografías digitales para obtener los canales NIR-green-blue desde vehículos aéreos no-tripulados para el monitoreo de cultivos. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta el estado del arte relacionado con el índice NDVI. En la sección 3, se describe la metodología utilizada para la obtención del patrón de colores del índice de NDVI a partir de dos imágenes tomadas del objetivo. En la sección 4, se presentan las pruebas y resultados obtenidos, y finalmente se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

## 2 Estado del arte

### 2.1 Agricultura de Precisión

La AP puede definirse como la aplicación de un conjunto de técnicas, apoyadas por equipamiento de alta tecnología, para el manejo de la producción agrícola en forma sitio-específica. La AP se define como el “manejo de la variabilidad espacial y temporal a nivel de sub-parcela de campo, para mejorar el retorno económico y reducir el impacto ambiental” [6]. Los avances en AP han permitido mejorar considerablemente el nivel predictivo, a través de la investigación y desarrollo de los siguientes componentes: 1) La variabilidad espacial de rendimiento y calidad, 2) El uso de la teledetección en la agricultura, 3) La integración del Índice Diferencial de Vegetación Normalizada (NDVI) sobre el estatus hídrico de la planta, 4) La integración del NDVI sobre la calidad y el rendimiento, y 5) aplicación sitio-específica del volumen foliar como indicador de vigor y expresión vegetativa al interior del escenario agrícola. Se apoya en el uso de varias herramientas tecnológicas dentro de las cuales destacan, los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores remotos, imágenes aéreas y/o satelitales junto con Sistemas de Información Geográfico (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones.

La información recolectada puede ser usada para evaluar con mayor precisión la densidad óptima de siembra, estimar el uso de fertilizantes, optimizar la gestión del recurso hídrico, predecir con más exactitud la producción de los cultivos y la calidad del producto final, así como también optimizar los rendimientos a través de prácticas de cosechas automatizadas. Del mismo modo, el uso de estas tecnologías contribuye a una adecuada toma de decisiones, desde el punto de vista del manejo técnico-productivo, económico y ambiental sobre el aprovechamiento de los suelos destinados a prácticas agrícolas.

### 2.2 Firmas espectrales para teledetección

La forma en la cual un objeto refleja, emite o absorbe la energía del espectro electromagnético (*em*) conforma un patrón espectral denominado FIRMA ESPECTRAL. La misma permite identificar y discriminar diferentes objetos de la naturaleza. La firma espectral se “construye” a partir de la señal registrada por los sensores remotos en las diferentes porciones del Espectro *em*. La figura 1 ilustra las diferentes escalas del espectro electromagnético visible y no visible. El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la radiación ultravioleta, la luz visible y la radiación infrarroja, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

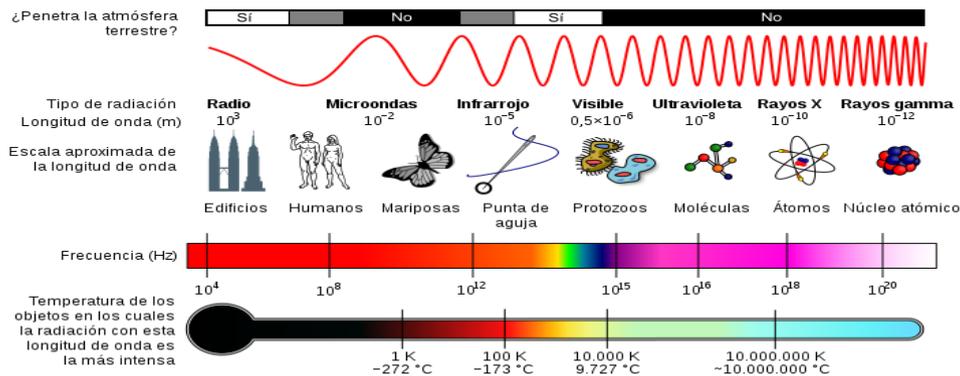


Fig. 3 Escalas del espectro electromagnético

Las firmas espectrales muestran la variación de la radiación reflejada por los objetos en función de la longitud de onda. Este comportamiento físico puede ser tenido en cuenta en los análisis multispectrales para reconocer elementos particulares en las imágenes aéreas. De esta forma, analizando canales de operación y sus niveles de reflectancia, podremos fotointerpretar y trabajar la base de la teledetección. No todos los elementos reflejan de igual manera la radiación a través de los diferentes canales. Por tanto, la firma espectral es función de la radiación reflejada según el canal empleado. Así, por ejemplo, un elemento puede reflejar notablemente la radiación en el canal del infrarrojo mientras lo absorbe en el canal visible del verde. Este comportamiento de absorción y reflexión a lo largo de los canales muestra una curva de comportamiento que delata a los elementos y permite identificarlos. Podemos plantear, como ejemplo descriptivo, la firma espectral de la vegetación. En el canal visible del rojo la clorofila absorbe la radiación para posteriormente reflejarla bruscamente en el infrarrojo. Los contrastes de color muestran zonas oscuras para el canal de absorción y zonas claras para el canal de reflejo.

### 2.3 NDVI

El NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), es un índice usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. Se calcula a partir de la luz visible e infrarroja cercana reflejada por la vegetación. La vegetación sana absorbe la mayor parte de la luz visible que la golpea, y refleja una gran parte de la luz infrarroja cercana [2]. La vegetación no saludable o escasa refleja más luz visible y menos luz infrarroja cercana (ver figura 2).

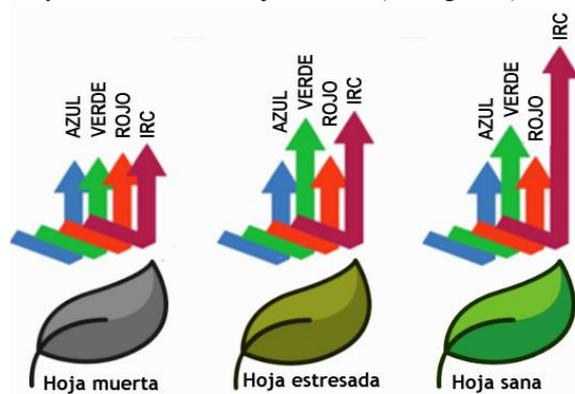


Fig. 4 Niveles de Infrarrojo reflejado por las hojas.

Casi todos los índices satelitales de vegetación emplean esta fórmula de diferencia para cuantificar la densidad del crecimiento de la planta en la Tierra: radiación infrarroja cercana menos

radiación visible dividida por radiación infrarroja cercana más radiación visible. El resultado de esta fórmula se llama índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). Escrito matemáticamente, la fórmula es:  $NDVI = (NIR - RED) \div (NIR + RED)$ . Los cálculos de NDVI para un píxel dado siempre dan como resultado un número que va de menos uno (-1) a más uno (+1); sin embargo, ninguna hoja verde da un valor cercano a cero. Un cero significa que no hay vegetación y cerca de +1 (0.8 - 0.9) indica la mayor densidad posible de hojas verdes [11]. La figura 3 muestra el estado físico de una planta asociado a los rangos de valores obtenidos por el procesamiento del NDVI.

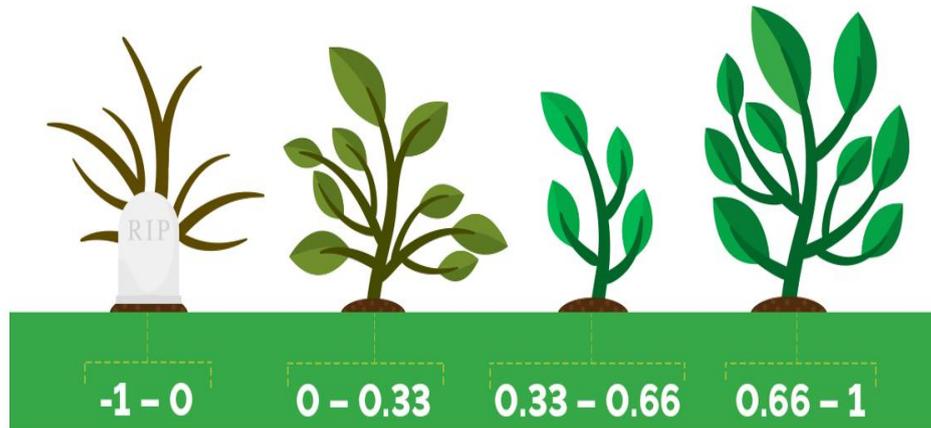


Fig. 5 Valoración de los índices de NDVI.

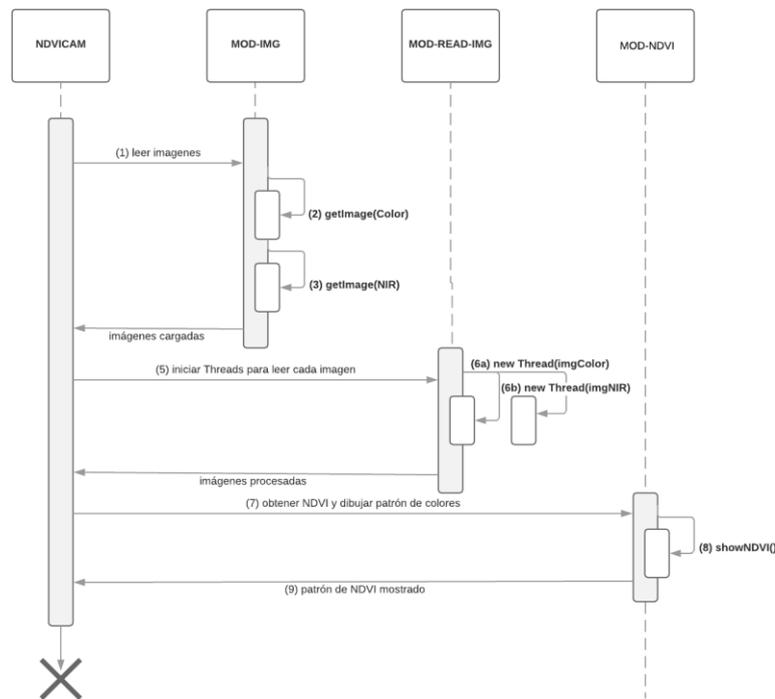
El NDVI, está ligado a un gran número de factores en los cultivos. La biomasa suele ser el factor más importante. Lo que resulta más complicado del NDVI es que éste está relacionado con la biomasa y la biomasa se ve afectada por todo.

### 3 Metodología

#### 3.1 Análisis de imágenes para determinar el NDVI

El procesamiento del índice NDVI requiere de dos imágenes tomadas al mismo objetivo que representan: 1) Una imagen en el espectro de colores visibles (RGB) y 2) Una imagen en el espectro infrarrojo (no visible). Al procesar ambas imágenes se obtiene un patrón de valores entre -1 a +1 los cuales representan el nivel de salud (desde 0.66 a 1.0 ver figura 3) de la planta representado en una escala de colores, para facilitar la deficiencia de nutrientes en un cultivo. Para conseguir estos valores se desarrolló una aplicación denominada NDVICam, la cual adquiere las imágenes a través de un prototipo de cámara dual modificada que involucra dos lentes (RGB e Infrarrojo) para garantizar la adquisición del mismo objetivo en dos diferentes tomas (RGB e Infrarrojo).

NDVICam está compuesto por los módulos siguientes: a) MOD-IMG o módulo de adquisición de imágenes (trabajo futuro), en esta etapa las imágenes son capturadas por el dispositivo de cámara dual que se ejecuta por separado. Cada imagen es tomada y almacenada en el dispositivo, de esta manera el módulo MOD-IMG carga estas imágenes dentro de la aplicación. El módulo b) MOD-READ-IMG o módulo para leer las imágenes y obtener los valores correspondientes al color rojo de la imagen RGB y el valor correspondiente al valor NIR (Near Infrared) o infrarrojo cercano que es el mismo valor rojo, pero de la imagen tomada con el espectro infrarrojo, este módulo se basa en la tecnología de hilos (Threads) para aprovechar las capacidades de multiprocesamiento del sistema operativo, donde cada hilo procesa (lee) una imagen por separado. El módulo c) MOD-NDVI o módulo para obtener el NDVI el cual realiza el cálculo de cada valor NDVI para cada píxel de ambas imágenes, resultando en una matriz de valores flotantes con los rangos obtenidos por la fórmula de NDVI para finalmente presentar el resultado en una escala de colores conocida como “el rango de valores NDVI”. La figura 4 muestra el diagrama de secuencias del procedimiento para procesar las imágenes y obtener el patrón NDVI.



**Fig. 6** Diagrama de secuencias para obtener el NDVI.

A continuación, se describe la ejecución de cada módulo hasta la obtención y presentación del índice NDVI.

### 3.2 MOD-IMG (Módulo de adquisición de imágenes)

Este módulo carga las imágenes capturadas por un dispositivo de cámara dual que se ejecuta por separado; en esta etapa del proyecto el prototipo de cámara con dos lentes instalados, captura dos fotografías del mismo objetivo (esto es porque se requiere obtener el color rojo de ambas imágenes). Cada imagen es tomada y almacenada en el dispositivo, de esta manera el módulo MOD-IMG carga estas imágenes dentro de la aplicación; este proceso se corresponde con los pasos (2) y (3) del diagrama de secuencias de la figura 4. Ambas imágenes deben tener las mismas dimensiones con respecto al ancho y alto de la imagen, de otra forma el usuario recibe un mensaje de advertencia y las imágenes no podrán ser procesadas. En la figura 6-B se muestra un ejemplo de carga de imágenes.

### 3.3 MOD-READ-IMG (Módulo para leer las bandas de una imagen)

Este módulo realiza un escaneo de cada imagen (pixel por pixel) para obtener el color del canal rojo de cada pixel. Las imágenes están compuestas por 4 canales, cada uno representado por un byte (8 bits) que equivalen a las letras RGBA (R:Red, G: Green, B:Blue y A:Alpha) los cuales indican que 8 bits son dedicados para el color rojo, 8 bits para el verde, 8 bits para el azul (estos componen el color en términos de la intensidad de los tres colores primarios de la luz) y 8 bits para el valor de “Alpha” el cual significa que tan opaco es el pixel. El módulo rastrea pixel por pixel de la imagen para obtener el nivel de intensidad del color rojo y ser almacenado en un vector, de igual manera se procesa la imagen en el espectro infrarrojo para obtener de la misma manera el color rojo, solo que al ser tomada con un lente que es capaz de captar la luz infrarroja, a este color se le conoce como Infrarrojo cercano o NIR por sus siglas en inglés (Near Infrared). Para realizar este proceso, el módulo MOD-READ-IMG se basa en la tecnología de hilos (Threads) para aprovechar las capacidades de multiprocesamiento del sistema operativo, donde

cada hilo procesa (lee) una imagen por separado y almacena los valores obtenidos en vectores correspondientes al rojo e infrarrojo cercano respectivamente, este proceso se corresponde a los pasos (6a) y (6b) del diagrama de secuencias de la figura 4.

### 3.4 MOD-NDVI (Módulo para obtener el NDVI)

Este módulo realiza el cálculo de cada valor NDVI para cada valor de pixel rojo de ambas imágenes generado en el módulo MOD-READ-IMG. El resultado es una matriz de valores flotantes con los rangos obtenidos por la fórmula de NDVI para finalmente presentar el resultado en una escala de colores conocida como “El rango de valores NDVI”. La figura 5 muestra el rango de colores para la representación del procesamiento de NDVI.

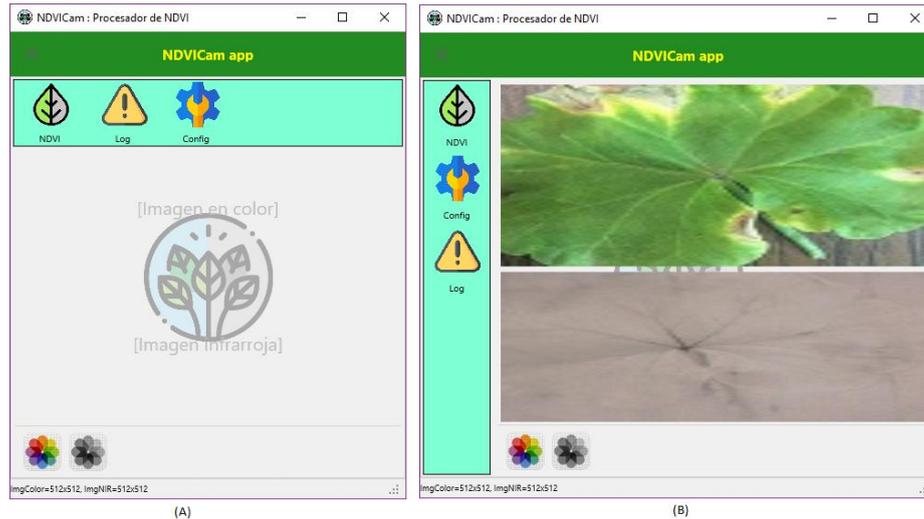
Patrón de colores NDVI			
0.942	1	004400	
0.825	0.941	006600	
0.707	0.824	008800	
0.589	0.706	00BB00	
0.472	0.588	00FF00	
0.354	0.471	CCFF00	
0.236	0.353	FFFF00	
0.119	0.235	FFCC00	
0.01	0.118	FF8800	
-0.117	0	FF0000	
-0.234	-0.118	EE0000	
-0.352	-0.235	DD0000	
-0.47	-0.353	CC0000	
-0.587	-0.471	BB0000	
-0.705	-0.588	AA0000	
-0.823	-0.706	990000	
-0.94	-0.824	880000	
-1	-0.941	770000	

Fig. 7 Patrón de colores para representar el NDVI.

## 4 Pruebas y resultados

### 4.1 Procesamiento de las imágenes

En esta sección se muestra el resultado del procesamiento del NDVI. El proyecto NDVICam es una aplicación basada en el ambiente de desarrollo Rad Studio para los sistemas operativos: iOS, Android, Windows y Mac OS, basado en el framework FIREMONKEY para la creación de una aplicación multiplataforma (en esta etapa, el proyecto está desarrollado para las plataformas de Windows y MacOS, en el futuro se tendrá listo para Android/iOS).

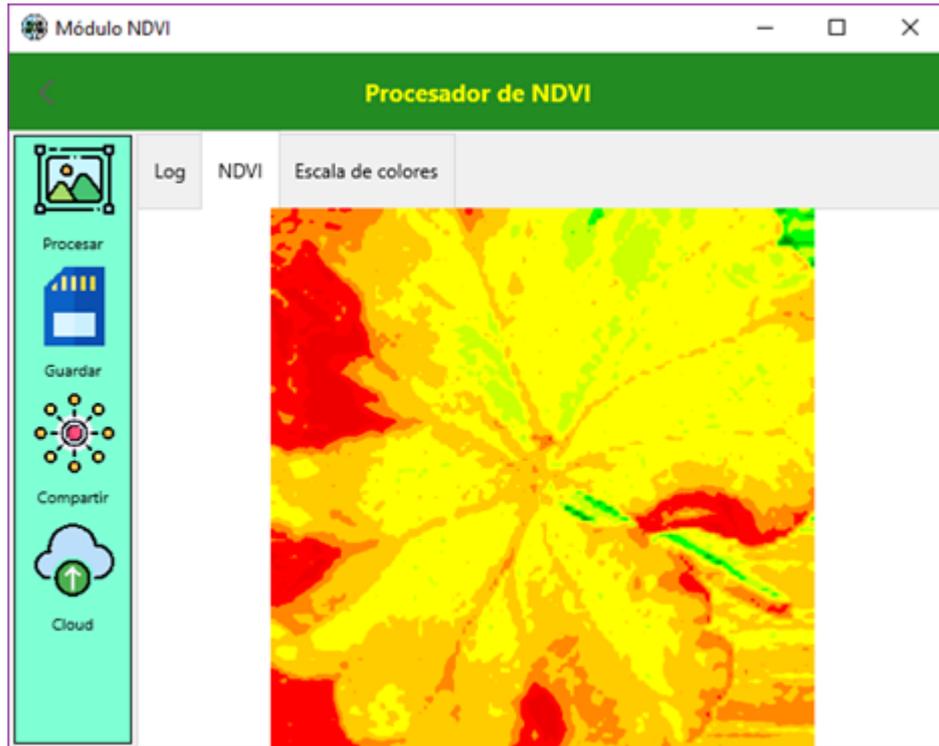


**Fig. 8** Imágenes cargadas.

En la figura 6(A), se muestra la interfaz principal del proyecto NDVICam. En la figura 6(B), se muestran las dos imágenes cargadas, para realizar este proceso se requiere de la intervención del usuario, ya que él decide que imágenes cargar para su análisis, por este motivo es probable que puedan ocurrir errores tales como, cargar imágenes de diferentes objetivos (en este caso, diferentes plantas) dando como resultado dimensiones diferentes y el patrón de valores NDVI no será correcto. En la figura 6(B) la figura superior corresponde a la imagen en el espectro de colores normal (RGB) y la inferior es la capturada con el espectro infrarrojo.

#### 4.2 Interpretación de los resultados

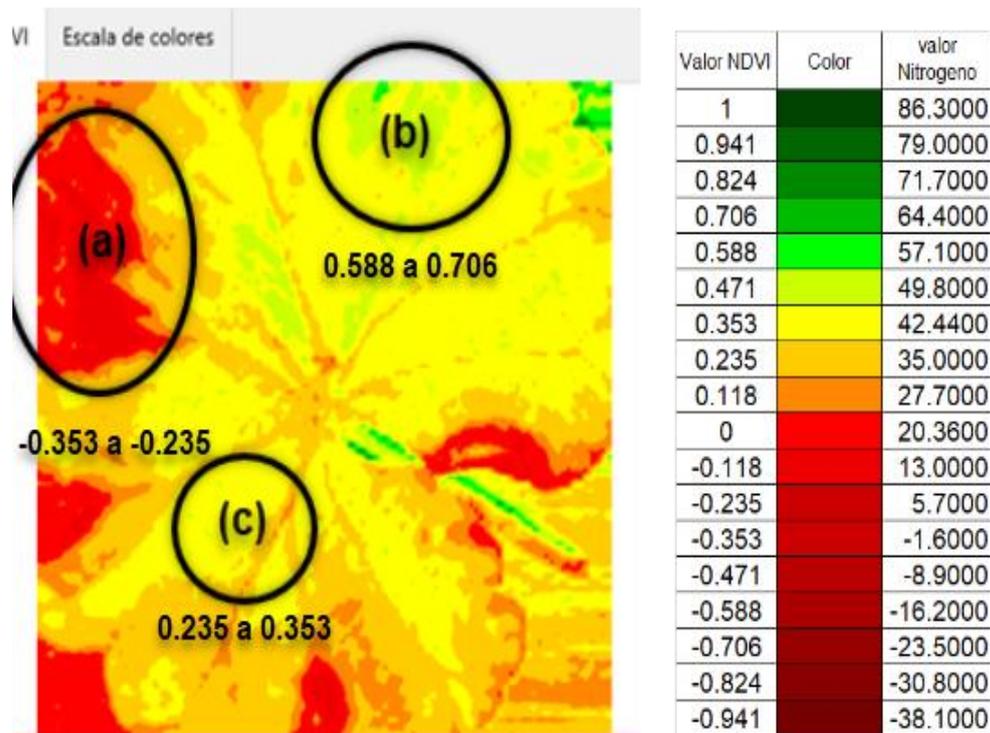
NDVICam procesa las imágenes RGB e Infrarroja, para obtener una matriz de valores flotantes con los índices de NDVI correspondientes a cada pixel de la combinación de ambas imágenes. El resultado de esta matriz es representado por un patrón de colores como el que se muestra en la figura 7, donde es posible visualizar las zonas con colores “rojizos” que indican que en esa región de la imagen *no hay presencia de vegetación*; y los colores “amarillentos” representan rangos de valores entre +0.2 a +0.3 (según valores en la gráfica de la figura 3) esa región de la planta presentaría deficiencias de nutrientes o algún tipo de anomalía en los nutrientes. Para que el agricultor pueda tener una percepción del estrés en la planta, se realizó una correlación de los valores obtenidos mediante el proceso del NDVI y un dispositivo medidor modelo SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development) en plantas de fresa, arándano y aguacate con respecto a la clorofila y el nitrógeno total (ver figura 9).



**Fig. 9** Patrón de colores resultantes del procesamiento.

La figura 7 ilustra el resultado obtenido por el procesamiento de ambas imágenes del objetivo, leyendo el pixel de color rojo tanto en la imagen RGB como en la infrarroja. La figura 8 ilustra la relación del índice NDVI (contenido de clorofila o el “verdor” de las plantas) con el valor se puede reducir el riesgo de deficiencias limitantes del rendimiento o costosas sobre-fertilización. El valor cuantifica cambios o tendencias sutiles en la salud de las plantas mucho antes de que sean visibles para el ojo humano. Estas lecturas se denominan “no-invasivas” ya que solo implica sujetar la cámara dual y capturar las imágenes sobre el tejido frondoso y así recibir una lectura indexada NDVI asociada al contenido de clorofila.

El contenido de clorofila y la absorción de nitrógeno se han correlacionado con las unidades obtenidas por el dispositivo SPAD-502 en diversas condiciones ambientales como la intensidad luminosa, temperatura, humedad relativa, plagas, densidad de población y fuente de nitrógeno. Existe una clara correlación entre las mediciones del NDVI y el contenido en nitrógeno en la hoja. Se encontró que la intensidad del color de las hojas está directamente relacionada con el contenido de clorofila y de la cantidad de nitrógeno en la hoja.



**Fig. 10** Relación del valor NDVI con el valor de Nitrógeno.

En la región de la figura 8(b) La presencia de clorofila en las hojas de las plantas está estrechamente relacionado con las condiciones nutricionales de la planta. El contenido de clorofila se incrementa proporcionalmente a la cantidad de nitrógeno (un importante nutriente) presente en la hoja. En algunas especies, un valor NDVI alto indicando una planta sana. En la región de la figura 8(c) se observa un decremento en el valor NDVI lo cual indica un decremento en el contenido de clorofila y la concentración de nitrógeno. Este decremento puede ser debido a una carencia de nitrógeno disponible en el suelo, lo que se puede solucionar agregando más fertilizante al suelo en esa región. Por último, en la región de la figura 8(a) se muestra un color “rojizo” lo cual indica que en esa parte de la imagen no existe verde, lo cual puede ser el suelo, agua y cualquier otro objeto ajeno a un organismo vegetal.

Finalmente, es recomendable medir las unidades NDVI en el cultivo de interés con diferentes hábitos de crecimiento, diferentes estados fenológicos y niveles de nutrición para obtener regresiones que puedan utilizarse en invernadero y campo.



Fig. 11 Dispositivo SPAD-502 (*Soil Plant Analysis Development*) para medición de nitrógeno.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se presentó el diseño de una herramienta para el procesamiento de imágenes para obtener el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI) directamente en los campos de cultivo (in situ), denominado NDVICam. El proyecto NDVICam está compuesto por los módulos, a) MOD-IMG o módulo de adquisición de imágenes, el módulo b) MOD-READ-IMG o módulo para leer los píxeles de las imágenes y obtener los valores correspondientes al color rojo de la imagen RGB y el valor correspondiente al valor NIR (Near Infrared) o infrarrojo y el módulo c) MOD-NDVI o módulo para obtener el NDVI y presentar el resultado. Se presentaron las pruebas realizadas a dos imágenes del mismo objetivo en los espectros de RGB e Infrarrojo respectivamente, para determinar el nivel de salud de la planta. Con el proyecto NDVICam los agricultores podrán realizar una detección temprana de factores que afectan el crecimiento o nutrición de los cultivos.

El proyecto NDVICam se encuentra en su primera etapa de desarrollo y se pretende implementar las siguientes características:

1. Incorporar el prototipo de cámara dual para adquirir ambas imágenes tomadas desde la misma aplicación.
2. Diseñar el proyecto para ejecutarlo desde dispositivos móviles basados en Android e iOS.
3. Realizar un diagnóstico preliminar del resultado obtenido, para facilitar la toma de decisiones al agricultor.

**Agradecimientos.** Este trabajo está desarrollado dentro del proyecto de investigación financiado por el Tecnológico Nacional de México (TECNM) titulado "AG-DRONE: Monitoreo de cultivos agrícolas basado en Drones" con clave: 5884.16-P, y desarrollado en el Instituto Tecnológico de Tlajomulco, Jal.

## Referencias

- [1] Bramley, R. G. V. (2009). Lessons from nearly 20 years of Precision Agriculture research, development, and adoption as a guide to its appropriate application. *Crop & Pasture Science*, 60(3), 197–217.
- [2] Chávez, R. O., Clevers, J. G. P. W., Verbesselt, J., Naulin, P. I., & Herold, M. (2014). Detecting leaf pulvinal movements on NDVI time series of desert trees: A new approach for water stress detection. *PLoS One*, 9, 1–12.
- [3] Ehrl, M., Stempfhuber, W., Auernhammer, H., & Demmel, M. (2003). Quality assessment of agricultural positioning and communication systems. In J. V. Stafford & A. Werner (Eds.), *Precision agriculture: Proceedings of the 4th European conference on precision agriculture* (pp. 205–210). Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
- [4] El-Rabbany, A. (2006). *Introduction to GPS: The global positioning system* (Vol. 2). Norwood, MA, USA: Artech House.
- [5] Fensholt, R., I. Sandholt, S. Stisen. "Evaluating MODIS, MERIS, and VEGETATION vegetation indices using in situ measurements in a semiarid environment. *IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.*, 44 (2006), pp. 1774-1786
- [6] Fountas, S., D.R. Ess, C.G. Sorensen, S.E. Hawkins, H.H. Pedersen, B.S. Blackmore, and J. Lowenberg-DeBoer. 2003. "Information Sources in Precision Agriculture in Denmark and the USA," A. Werner and A. Jarfe ed. *Precision Agriculture: Proceedings of the 4th European Conf. on Precision Agriculture*, J.
- [7] Hunt, E. R., Hively, W. D., Fujikawa, S. J., Linden, D. S., Daughtry, C. S. T., & McCarty, G. W. (2010). Acquisition of NIR-green-blue digital photographs from unmanned aircraft for crop monitoring. *Remote Sensing*, 2, 290–305.
- [8] ICAO. "Unmanned Aircraft Systems" (PDF). International Civil Aviation Organization (ICAO). ICAO's circular 328 AN/190. 2016. White paper.
- [9] Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (2006). *Understanding GPS—Principles and applications* (2nd ed.). Norwood, MA, USA: Artech House.
- [10] McCloud, P. R., Gronwald, R., & Kuykendall, H. (2007). *Precision agriculture: NRCS support for emerging technologies.*, Agronomy Technical Note No.1 Washington, DC, USA: USDA-NRCS.
- [11] Sruthi, S., & Mohammed A, M. A. (2015). Agricultural drought ana. using the NDVI. *Aquatic Procedia*, 4, 1258–1264.
- [12] Vega, Francisco Agüera, et al. "Multi-temporal imaging using an unmanned aerial vehicle for monitoring a sunflower crop." *Biosystems Engineering* 132 (2015): 19-27
- [13] Xiaoyang Zhanga, Mark A. Friedl, Crystal B. Schaaf, Alan H. Strahler, John C.F. Hodges, Feng Gaoa, Bradley C. Reedb, Alfredo. "Monitoring vegetation phenology using MODIS". *Remote Sensing of Environment* 84 (2003) 471 – 475.

# Diseño de un indicador de temas de interés en redes sociales

Roque Daniel Mendieta Gutiérrez<sup>1</sup>, Meliza Contreras Gonzalez<sup>2</sup>, Pedro Bello López<sup>3</sup>, Yolanda Moyao Martínez<sup>4</sup>, Miguel Rodríguez Hernández<sup>5</sup>

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Calle 4 sur 104, colonia centro, Puebla Puebla. 72000. México

<sup>1</sup>roque.d.mendieta.g@hotmail.com, <sup>2</sup>vikax68@gmail.com,  
<sup>3</sup>pbello@cs.buap.mx, <sup>4</sup>ymoyao@cs.buap.mx, <sup>5</sup>mrodriguez@cs.buap.mx

## Resumen

En este trabajo se propone una aplicación web para extraer temas de interés en twitter, mostrando gráficamente los de mayor interés. Para lograr este objetivo se creó un algoritmo para recolectar tweets, esto con la ayuda de una librería que se basa en el API de Twitter, de los tweets recolectados se guarda solo la información que es de interés en un base de datos. Posteriormente, en la interfaz con la ayuda de la librería highcharts y php-text-analysis se graficaron las palabras que más se repiten de los tweets extraídos.

**Palabras Clave:** Indicador, Extracción de conocimiento, Twitter

## Abstract.

In this work we propose a web application to extract topics of interest on twitter, showing graphically the most interesting. To achieve this goal an algorithm was created to collect tweets, this with the help of a library that is based on the Twitter API, the collected tweets save only the information that is of interest in a database. Subsequently, in the interface with the help of the highcharts library and php-text-analysis, the most repeated words were extracted from the extracted tweets.

**Keywords:** Indicator, Extraction of knowledge, Twitter

## 1 Introducción

Una API es una sigla que procede de la lengua inglesa y que alude a la expresión Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones). Otra manera de comprender qué es una API es que se vincula al suministro de funciones que tienen un uso extendido. De este modo, un programador puede recurrir a la funcionalidad de una API y así evitar iniciar la tarea de programación desde cero [4].

Entiéndase por corpus [1],[2] como una colección extensa de textos en formato electrónico, que han sido reunidos de acuerdo a criterios explícitos cuya finalidad es algún tipo de análisis lingüístico que al estar en formato electrónico es mucho más fácil de recopilar y ser manipulado.

JSON (JavaScript Object Notation - Notación de Objetos de JavaScript) es un formato ligero de intercambio de datos. Leerlo y escribirlo es simple para humanos, mientras que para las máquinas es simple interpretarlo y generarlo. JSON es un formato de texto que es completamente independiente del lenguaje, pero utiliza convenciones que son ampliamente conocidos por los programadores de la familia de lenguajes C, incluyendo C, C++, C#, Java, JavaScript, Perl, Python, y muchos otros [5].

Twitter es un servicio de microblogging que permite, a través de internet, enviar mensajes de texto plano con un máximo de 140 caracteres, y además en muchos casos utilizan una forma de lenguaje que se aleja del lenguaje normalizado, incluyendo elementos propios de Twitter. Por ello, el desarrollo de sistemas de recuperación de Información sobre ellos puede diferir de los enfoques tradicionales [1],[3].

El usuario de la red se crea una cuenta en el servicio web o móvil de la aplicación mediante su correo electrónico e incluyendo una contraseña; cada usuario puede añadir a otros, lo que se denomina “seguir”, y éstos además pueden ser “seguidos” por otros usuarios. Al añadir usuarios al espacio personal de uno mismo se pueden ver las publicaciones de cada uno de ellos desde el muro o página de inicio del usuario.

Los mensajes publicados pueden ser de carácter público, que pueden ser leídos por todos los usuarios, o privado, restringidos para ciertos usuarios; éstos tienen que ser acordes a las directrices sobre las condiciones de uso y privacidad. Los tweets publicados por los usuarios pueden versar sobre cualquier tema, y son caracterizados por hashtags, que incluyen una almohadilla (#) delante de cada contenido sobre el que tratan [4].

## 2 Metodología usada

Para desarrollar aplicaciones con conexión a redes sociales, en particular con Twitter se requiere primero realizar el registro de las claves del API, para posteriormente recolectar los tweets, procesarlos y con los textos recuperados categorizar los temas de interés, por lo que cada etapa se muestra a continuación.

### 2.1 Recolección de tweets

Para hacer la recolección primero se requiere registrarse como desarrolladores en <https://dev.twitter.com/>, una vez hecho esto se procede a crear una aplicación dentro de la cuenta, como se muestra en la Figura 1 y 2.



Fig. 1. Botón para crear una nueva app en twitter

## Create an application

Application Details

Name \*

Your application name. This is used to attribute the source of a tweet and in user-facing authorization screens. 32 characters max.

Description \*

Your application description, which will be shown in user-facing authorization screens. Between 10 and 200 characters max.

Website \*

Your application's publicly accessible home page, where users can go to download, make use of, or find out more information about your application. This fully-qualified URL is used in the source attribution for tweets created by your application and will be shown in user-facing authorization screens.  
(If you don't have a URL yet, just put a placeholder here but remember to change it later.)

Callback URL

Where should we return after successfully authenticating? OAuth 1.0a applications should explicitly specify their oauth\_callback URL on the request token step, regardless of the value given here. To restrict your application from using callbacks, leave this field blank.

Developer Agreement

Yes, I have read and agree to the Twitter Developer Agreement.

Create your Twitter application

Fig. 2. Twitter App. Nombre y descripción

Las aplicaciones normalmente se ejecutan con el nivel de acceso concedido en un token de acceso de usuario estándar, nosotros necesitaremos cuatro tokens, dos de la API key como se muestra en la Figura 3 y dos de acceso como se muestra en la Figura 4.



Fig. 3. Twitter API key



Fig. 4. Twitter Access tokens

Phirehose es una librería que se implementa como una sola clase abstracta que se amplía para utilizar la API de transmisión de Twitter. Esta opción de diseño se hizo para permitir la utilización de la biblioteca con la cantidad mínima de código, mientras que se mantiene el estilo PHP/OO estilo (es decir: no callbacks, etc.). La implementación utiliza tiempos de espera de bloques IO para permitir la transferencia de estados de enhebrado y actualizaciones periódicas de predicados de filtro mientras se utiliza la cantidad mínima de tiempo de CPU [6].

El cómo usar y descargar esta librería se puede encontrar en <https://github.com/fennb/phirehose>, donde también hay ejemplos sencillos de uso. Para construir el algoritmo de recolección de tweets utilice uno de los ejemplos de esta librería, "sample-oauth-es.php" en el cual se utilizan los cuatro tokens obtenidos. Las modificaciones al código original son:

- Agregar etiquetas de HTML y Bootstrap para dar formato
- Conectarme a la base de datos
- Mandar a guardar las cadenas de mi interés de los arreglos JSON a la base de datos
- Mostar tweets en la interfaz web

Una vez implementado las modificaciones necesarias se llama el archivo correspondiente en la interfaz web con la ayuda de un botón. En este caso se determinó un tiempo de 20,000 segundos para recabar tweets, el número total guardado fue de 41,546 como se muestra en la Figura 5.



Fig. 5. Número total de tweets en la base de datos y campos guardados

## 2.2 Procesamiento de los tweets

Para el procesamiento utilice “PHP Text Analysis” la cual es una biblioteca para realizar tareas de Recuperación de Información (IR) y Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) utilizando el lenguaje PHP [6].

El cómo usar y descargar esta librería se puede encontrar en <https://github.com/yooper/php-text-analysis>, y los ejemplos de uso se encuentran en <https://github.com/yooper/php-text-analysis-examples>.

PHP Text Analysis [6] proporciona una variedad de herramientas para análisis:

- Análisis de fechas: se utiliza para extraer fechas de un corpus dado.
- Distribución de frecuencia: le proporciona las herramientas básicas para realizar análisis simples y se utiliza como base para muchos otros algoritmos.
- Rapid Automatic Keyword Extraction (RAKE) - use el algoritmo RAKE para automatizar rápidamente la extracción de palabras clave.

Para el análisis de los tweets previamente guardados utilice las herramientas de distribución de frecuencia para poder contar las palabras repetidas de un texto. El proceso que se realiza es sencillo hasta cierto punto ya que se realizan llamadas a los métodos correspondientes, pero al ser tweets en español las demás herramientas que proporciona “PHP Text Analysis” no se podrían aplicar ya que funcionan en textos en idioma inglés.

Resumiendo, un poco el código de procesamiento, lo que realiza es lo siguiente:

1. Establecer conexión con la base de datos (jov\_analisis)
2. Realizar la consulta a la base de datos para extraer las cadenas (variable “texto\_twt” de la Figura 5)
3. Crear un ciclo para procesar 41,546 cadenas realizando lo siguiente a cada una:
  - Decodificar la cadena a UTF-8
  - Convertir la cadena a minúsculas
  - Remover URL’s (<http://...>)
  - Remover menciones (@usuario)
  - Remover hashtag (#tema)
  - Remover acentos
  - Remover caracteres no alfanuméricos
  - Combinar la cadena resultante a una nueva variable la cual contendrá en conjunto todas las demás cadenas
4. Terminado el ciclo se cierra la conexión con la base de datos
5. Remover los espacios dobles del texto
6. Tokenizar el texto completo
7. Obtener la distribución de frecuencia

Después de realizar todo lo anterior el resultado es un arreglo, el cual contiene todas las palabras del texto procesado y el número de veces que se repite cada una, como se muestra en la Figura 6.

```
Array
(
    [rt] => 372
    [de] => 302
    [que] => 275
    [la] => 209
    [a] => 192
    [y] => 159
    [en] => 155
    [no] => 144
    [el] => 138
    [me] => 84
)
```

Fig. 6. Arreglo donde se muestran 10 palabras con su respectiva frecuencia.

### 3 Desarrollo y Resultados

Para la realización de la interfaz web utilice HTML5, Bootstrap y CSS. La interfaz está compuesta por el título de la aplicación y de un menú con tres opciones como muestra la Figura 7.



Fig. 7. Menú de la aplicación web



Fig. 8. Muestreo en tiempo real de los tweets recolectados.

Al presionar el botón mostrar grafica (Figura 8), se llama al script realizado para el procesamiento, posterior a ello se grafican los resultados en aproximadamente siete minutos debido a la cantidad de datos, como se muestra en la Figura 9.



**Fig. 9.** Se grafican las diez palabras con mayor frecuencia

Para realizar las gráficas se empleo la herramienta Highcharts [7], que es una biblioteca de gráficos escrita en JavaScript puro, que ofrece una manera fácil de agregar gráficos interactivos a su sitio web o aplicación web, actualmente soporta línea, spline, area, áreas-pline, column, bar, pie, scatter, angular gauges, área-range, áreas-pline-range, column-range, burbuja, box plot, barras de error, embudo, cascada y polar. Funciona en todos los navegadores modernos móviles y de escritorio, incluyendo el iPhone / IPAD y el Internet Explorer desde la versión 6. En iOS y Android, soporte multitouch proporciona una experiencia de usuario sin fisuras [7].

El uso de la librería es gratuito para proyectos no comerciales y posee un módulo de exportación activada, donde los usuarios pueden exportar la tabla a formato SVG PNG, JPG, PDF con un solo clic, o imprimir el gráfico directamente desde la página web.

## 5 Conclusiones y Futuras Investigaciones

Procesar texto es una tarea tardada cuando se hace en grandes cantidades, lo que pude observar es que el análisis de textos que están en español son más complicados de limpiar y más en los tweets ya que contienen enlaces, hashtags, palabras de uso de la red social, conjunciones, preposiciones, menciones a otros usuarios y emojis, por lo que aun falto procesar mejor los textos.

Si bien el recolectar información se lleva su tiempo, entre más se tenga mejor será el resultado en las gráficas. Además, en el caso de los tweets la información que se puede obtener de ellos es bastante, con lo cual se pueden hacer diferentes análisis y no solo en esta red social si no en la gran mayoría de ellas.

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 si se puede analizar las tendencias en las publicaciones y así evitar problemas.

Como trabajo a futuro se plantea agregar la conexión con lexicones para hacer sugerencias de temas de acuerdo al contexto.

## Referencias

- [1] Manning, D; Schutze, H: Foundations of Statistical Natural Language Processing: MIT Press: (1999).
- [2] Pinto, D: New Paradigms based on Information Retrieval for NLP, Allahabad, India, 2017.
- [3] Ordoñez, S. S.; Gelbukh, A.: Representación computacional del lenguaje natural escrito. En: Ingeniería, Vol. 15, No. 1, pp. 6 -21, 2010.
- [4] <https://github.com/fennb/phirehose/wiki/Introduction>
- [5] <http://www.json.org/json-es.html>
- [6] <https://github.com/yooper/php-text-analysis>
- [7] <https://www.highcharts.com/products/highcharts>

## **Semblanza**

Roque Daniel Mendieta Gutiérrez actualmente realiza estudios en la Ingeniería en Ciencias de la Computación, sus temas de interés son las aplicaciones móviles, web y programación en redes sociales.

M.C. Meliza Contreras González realizó su Maestría en Ciencias de la Computación en la BUAP, en el área de computación matemática, actualmente realiza estudios en el Doctorado en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento, sus temas de interés son el procesamiento del lenguaje natural, la economía del comportamiento, las teorías de aprendizaje y los procesos de razonamiento.

M.C. Miguel Rogríguez Hernández es egresado de la Maestría en Ciencias de la Computación, actualmente es un estudiante del programa de doctorado LKE, su principal área de investigación es la optimización combinatoria y el paradigma orientada a objetos.

M.C. Pedro Bello López es egresado de la Maestría en Ciencias de la Computación, actualmente es un estudiante del programa de doctorado LKE, su principal área de investigación es la teoría de grafos y la revisión de creencias.

M.C. Yolanda Moyao Martínez es egresada de la Maestría en Ciencias de la Computación, actualmente es un estudiante del programa de doctorado LKE, su principal área de investigación es la optimización combinatoria y la generación de algoritmos de conteo.

# **XIX. Sistemas Operativos**



# Un algoritmo distribuido con servidor central y paso de mensajes para la exclusión mutua, el caso de estudio de las torres de hanoi

Roberto Enrique Alberto Lira<sup>7\*</sup>, Abel Cortazar May<sup>1\*</sup>, María Hortensia Almaguer Cantú<sup>1</sup>, Diana Graciela Chuc Durán<sup>1</sup> y Luis Alberto Jiménez Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco- División Académica de Ciencias Básicas, Carret. Cunduacán-Jalpa KM. 1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, 86690.  
[\\*roberto.alberto@ujat.mx](mailto:roberto.alberto@ujat.mx) \* [abel.cortazar@ujat.mx](mailto:abel.cortazar@ujat.mx)

**Resumen.** En los sistemas distribuidos se consideran diversos aspectos que garantizan la funcionalidad adecuada del mismo. Uno de estos aspectos consiste en asegurar que la información entre los diversos nodos sea coherente. En consecuencia, surge la necesidad de proveer mecanismos de sincronización que garanticen dicha coherencia de la información. Por lo tanto, en el presente trabajo se propone un algoritmo que aborda la exclusión mutua en sistemas distribuidos mediante el paso de mensajes. Dicho algoritmo se probó con el juego de las torres de hanoi. Así mismo, se realizó una comparativa entre diversos algoritmos distribuidos para la exclusión mutua, incluido nuestro algoritmo, obteniendo resultados satisfactorios. Cabe mencionar, que la propuesta actualmente funciona únicamente para aplicaciones distribuidas que tengan como política la asignación de turnos para participar, tales como: paneles de discusión, préstamos de libros de reservas y juegos (por ejemplo, serpientes escalera, dominó, etc).

**Palabras Clave:** algoritmo distribuido, exclusión mutua, sistemas distribuidos, paso de mensajes.

**Abstract.** In distributed systems, several aspects are considered that guarantees the proper functionality of the same. One of these aspects is to ensure that information between the various nodes is identical. Consequently, appear the necessary to provide synchronization mechanisms that secure such coherence of the information. Therefore, the present work proposes an algorithm that solves the mutual exclusion in distributed systems through the passage of messages. This algorithm was tested with the game of the hanoi towers. Also, a comparison was made between different distributed algorithms for the mutual exclusion, including our algorithm, obtaining satisfactory results. It's important to say that the proposal currently works only for distributed applications that have as a policy the allocation of shifts to participate, such as: panel discussions, reserve book loans and games (eg snakes, ladder, domino, etc.).

**Keywords:** distributed algorithm, distributed systems, message passing, mutual exclusion.

## 1 Introducción

Un sistema distribuido consiste en una serie de nodos computacionales conectados en una red de comunicaciones que cooperan para llevar a cabo una tarea común [8,6]. Un algoritmo distribuido es un algoritmo diseñado para ejecutarse en los distintos nodos de un sistema distribuido, mediante la cooperación y sincronización de dichos nodos, con el fin de lograr un objetivo común [11]. Evidentemente, la evolución en el tiempo de un sistema implica la evolución de sus procesos y variables [1].

Asimismo, dos de las ventajas más visibles de este tipo de sistemas son la posibilidad de compartir recursos y la tolerancia a fallos (i.e., si un nodo falla los demás nodos pueden asumir su tarea). Los algoritmos para sistemas distribuidos se están convirtiendo en una rama de investigación importante en las áreas tales como ciencias de la computación, ingeniería, matemática aplicada y en muchos otros contextos donde la distribución resulta la forma natural de abordar un problema.

---

<sup>7</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco- División Académica de Ciencias Básicas, Carret. Cunduacán-Jalpa KM. 1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, 86690. [\\*roberto.alberto@ujat.mx](mailto:roberto.alberto@ujat.mx)

Este artículo presenta un algoritmo distribuido con servidor central y paso de mensajes, el cual es un método de comunicación entre procesos que utiliza dos primitivas (send y receive), las cuales son llamadas al sistema en vez de construcciones del lenguaje. Como tales, se pueden colocar con facilidad en procedimientos de biblioteca, como: *send(destino, &mensaje)* y *receive(origen, &mensaje)*.

La primera llamada envía un mensaje a un destino especificado y la segunda recibe un mensaje de un origen especificado (o de CUALQUIERA, si al receptor no le importa). Si no hay un mensaje disponible, el receptor se puede bloquear hasta que llegue uno. De manera alternativa, puede regresar de inmediato con un código de error [2].

## 1. Exclusión mutua

Es la comunicación requerida entre dos o más procesos que se están ejecutando en paralelo y que necesitan a la vez el uso de un recurso no compartible. Consiste en asignar el recurso no compartible a sólo uno de los procesos [9], mientras que los otros deben permanecer a la espera hasta que finalice la utilización de dicho recurso por el proceso al que se le asignó. Cuando este proceso termine, el recurso será asignado a uno de los procesos en espera. Asegurando el uso correcto del recurso [2].

### 1.2 Torres de hanoi

El juego, en su forma más tradicional, consiste en tres varillas verticales. En una de las varillas se apila un número indeterminado de discos que determinará la complejidad de la solución. No hay dos discos iguales, y todos ellos están apilados de mayor a menor radio en una de las varillas, quedando las otras dos varillas vacantes. El juego consiste en pasar todos los discos de la varilla ocupada (es decir la que posee la torre) a la tercera varilla, empleando como auxiliar la segunda varilla. Para realizar este objetivo, es necesario seguir tres simples reglas:

1. Sólo se puede mover un disco cada vez.
2. Un disco de mayor tamaño no puede descansar sobre uno más pequeño que él mismo.
3. Sólo puedes desplazar el disco que se encuentre arriba de cada varilla.

La fórmula para encontrar el número de movimientos necesarios para transferir  $n$  discos del poste A al poste C es:  $2^n - 1$

El movimiento de  $n$  discos puede verse en términos del movimiento de sólo  $n - 1$  discos (de ahí la recursión), como sigue:

- a) Mover  $(n - 1)$  discos de la varilla 1 a la 2, empleando la 3 como área temporal para colocarlos.
- b) Mover el último disco (el mayor) de la varilla 1 a la 3.
- c) Mover los  $(n - 1)$  discos de la varilla 2 a la 3, usando la 1 como área temporal de almacenamiento.

El proceso termina cuando la última tarea comprende el movimiento de  $n = 1$  discos, es decir, el caso base. Esto se logra simplemente moviendo el disco, sin necesidad de área temporal de almacenamiento [7].

## 2 Estado del arte

En la presente sección, se mencionan diversos algoritmos que abordan la exclusión mutua mediante el paso de mensajes en sistemas distribuidos.

### 2.1 Un algoritmo centralizado

La forma más directa de lograr la exclusión mutua en un sistema distribuido es similar a la forma en que se lleva a cabo en un sistema con un procesador. Se elige un proceso como el coordinador [3, 4]. Siempre que un proceso desea entrar a una región crítica, envía un mensaje de solicitud al coordinador, donde indica la región crítica a la que desea entrar y pide permiso. Si ningún otro proceso está por el momento en esa región crítica, el coordinador envía una respuesta otorgando el permiso. Cuando llega la respuesta, el proceso solicitante entra a la región crítica [12,10].

## 2.2 Un algoritmo distribuido

El algoritmo funciona como sigue [3, 5, 4]. Cuando un proceso desea entrar a una región crítica, construye un mensaje con el nombre de ésta, su número de proceso y la hora actual. Entonces envía el mensaje a todos los demás procesos y de manera conceptual a él mismo. Se supone que el envío de mensajes es confiable; es decir, cada mensaje tiene un reconocimiento.

Cuando un proceso recibe un mensaje de solicitud de otro proceso, la acción que realice depende de su estado con respecto de la región crítica nombrada en el mensaje. Hay que distinguir tres casos:

1. Si el receptor no está en la región crítica y no desea entrar en ella, envía de regreso un mensaje *Ok* (el ok es como decir permiso concedido) al emisor.
2. Si el receptor ya está en la región crítica, no responde, sino que forma la solicitud en una fila.
3. Si el receptor desea entrar a la región crítica, pero no lo ha logrado todavía, compara la marca de tiempo en el mensaje recibido con la marca contenida en mensaje que envió a cada uno. La menor de las marcas gana. Si el mensaje recibido es menor, el receptor envía de regreso un mensaje *Ok*. Si su propio mensaje tiene una marca menor, el receptor forma la solicitud en una fila y no envía nada.

## 2.3 Un algoritmo de anillo de fichas

En software, se construye un anillo lógico y a cada proceso se le asigna una posición en el anillo. Las posiciones en el anillo se pueden asignar según el orden numérico de las direcciones de la red o mediante algún otro medio. No importa cómo sea el orden. Lo importante es que cada proceso sepa quién es el siguiente en la fila después de él.

Al iniciar el anillo [3, 5], se le da al proceso 0 una ficha, la cual circula en todo el anillo. Se trasfiere del proceso  $k$  al proceso  $k + 1$  (módulo el tamaño del anillo) en mensajes puntuales. Cuando un proceso obtiene la ficha de su vecino, verifica si intenta entrar a una región crítica. En ese caso, el proceso entra a la región, hace todo el trabajo necesario y sale de la región. Después de salir, pasa la ficha a lo largo del anillo. No se permite entrar a una segunda región crítica con la misma ficha.

Si un proceso recibe la ficha de su vecino y no está interesado en entrar a una región crítica, sólo la vuelve a pasar. En consecuencia, cuando ninguno de los procesos desea entrar a una región crítica, la ficha sólo circula a gran velocidad en el anillo.

## 3 Métodos

Para este algoritmo suponemos que los procesos no fallan y que están conectados por canales fiables, de tal forma que cualquier mensaje enviado finalmente es entregado intacto y exactamente una vez.

Se asume que los procesos cliente se comportan bien y emplean un tiempo finito accediendo a los recursos dentro de sus secciones críticas.

### 3.1 Inicialización del sistema

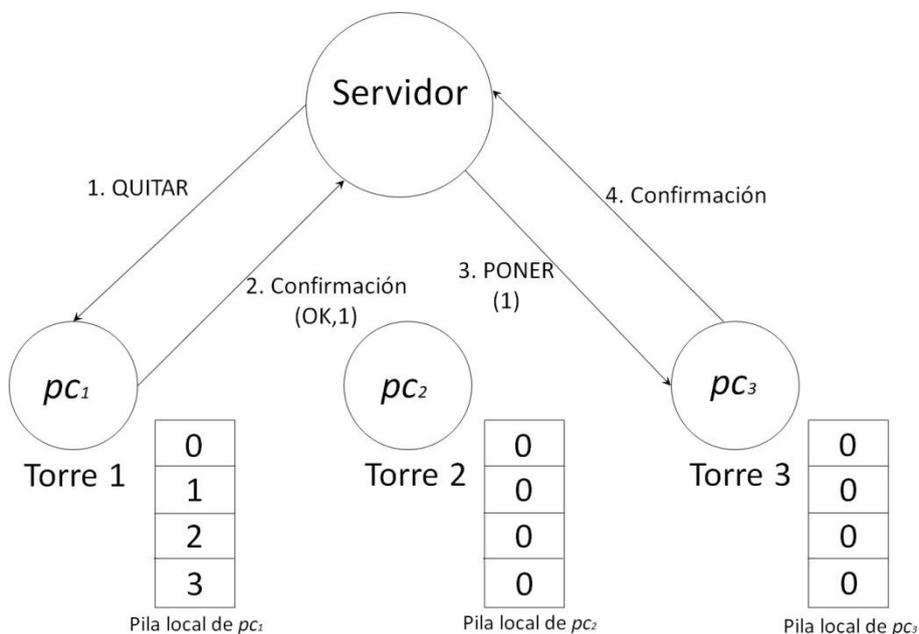
Se procede a inicializar el sistema, para ello en el servidor realiza lo siguiente:

- Se pide al usuario que introduzca la cantidad de discos ( $n$ )
- Se crean tres canales de comunicación (sockets), numerados del 1 al 3; estos canales son el medio para comunicarse con los procesos cliente, los cuales simulan las torres en el juego.
- Al primer cliente que se conecta con el servidor se le asigna el canal 1 y al último el canal 3.
- Cada vez que un cliente se conecta, el servidor le envía un mensaje notificándole el número de torre que le corresponde, así como la cantidad de discos que el usuario introdujo.
- El servidor se queda a la espera de un mensaje de confirmación por parte del cliente.

Por su parte un proceso cliente realiza lo siguiente:

- Establece la conexión con el servidor

- Se queda a la espera de un mensaje del servidor, el cual contiene el número de torre que le corresponde simular, así como la cantidad de discos ( $n$ ).
- Extrae los datos del mensaje enviado del servidor
- Envía un mensaje de confirmación de recibido al servidor
- Crea una pila de tamaño  $n + 1$
- Crea una matriz de caracteres de dimensiones  $(n + 1)(2n + 2)$
- Verifica que número de torre le corresponde, si le corresponde simular a la torre 1 entonces,
  - Introduce en la pila números enteros que van desde  $n$  (primer elemento en entrar en la pila y representa al disco de mayor tamaño) hasta 1 (antepenúltimo elemento en entrar en la pila y representa el disco de menor tamaño). El valor 0 también se introduce en la pila, servirá para simular la varilla de la torre.
- Coloca al apuntador de la pila hacia el antepenúltimo elemento, es decir, al dato 1.
- Si el número de torre que le toca simular es diferente de 1 entonces,
  - Llena la pila de tamaño  $(n + 1)$  con el valor 0 (representa la varilla de la torre)
  - Coloca el puntero de pila al primer 0 que entro en la misma.



**Figura 1.** Primer movimiento del sistema. Paso del dato 1 de la torre 1 a la torre 3

Para conseguir la exclusión mutua entre los procesos cliente (tres en total), el servidor otorga los permisos para entrar en la sección crítica. Para entrar en una sección crítica, el servidor notifica al proceso cliente correspondiente, mediante un mensaje que puede ser de dos tipos: QUITAR o PONER. El servidor envía un mensaje QUITAR para indicarle al proceso cliente origen (es aquel proceso que simula la extracción de un disco de la torre) que simule la extracción de un disco de la torre. Posteriormente, el servidor se pone a la espera de recibir una confirmación del proceso cliente origen. Por su parte, un proceso cliente origen al recibir un mensaje QUITAR, extrae (pop) de su pila local el dato anterior al que apunta su puntero de pila. El proceso cliente empaqueta el dato que extrajo, junto con un mensaje OK y lo envía al servidor (esta es la confirmación que espera el servidor). Después de recibir el mensaje de confirmación, el servidor envía un mensaje PONER al proceso cliente destino (es aquel proceso que simula la colocación de un disco en la torre). Este mensaje incluye el dato que se extrajo del proceso cliente origen. Posteriormente, el servidor se pone a la espera de recibir un mensaje de confirmación del proceso cliente destino. Por su parte, el proceso cliente destino al recibir un mensaje PONER, extrae el dato (número de disco) que le envió el servidor y lo coloca (realiza push) en su pila local. Acto seguido, el proceso cliente destino envía un mensaje de confirmación al servidor. El proceso descrito anteriormente se repite hasta que los  $n$  discos sean movidos de la torre 1 a la torre 3. Para que el servidor sepa quien es el proceso cliente origen y quien

es el proceso cliente destino, utiliza el algoritmo recursivo descrito en la sub-sección 1.2 denominado torres de hanoi.

## 4 Resultados y discusión

Los resultados obtenidos fue la propuesta de un algoritmo distribuido (ver figura 1) con servidor central y paso de mensaje para la exclusión mutua, el cual se probó con el juego de las torres de Hanoi. Los elementos se describen a continuación:

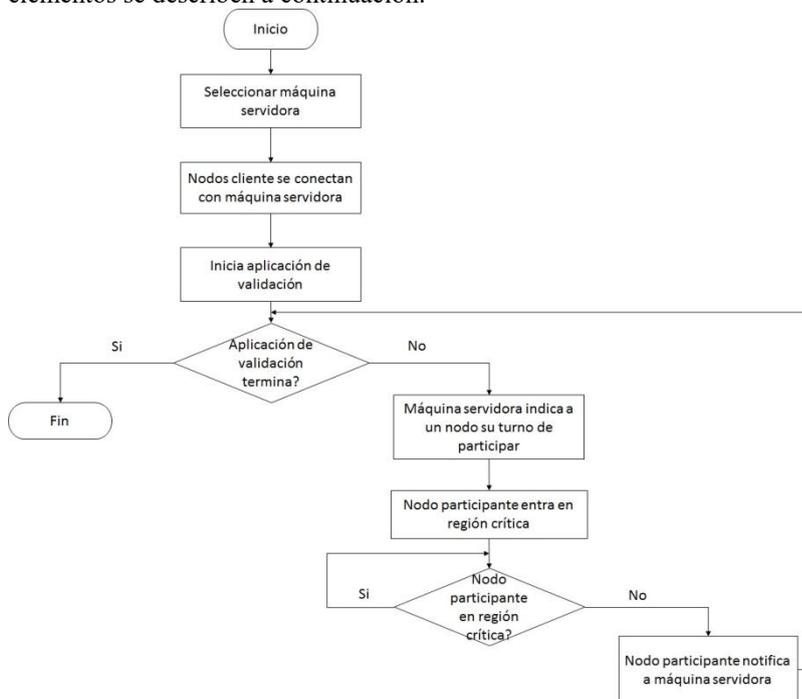


Fig. 1. Diagrama de flujo de algoritmo distribuido propuesto

**Máquina servidora:** es la máquina que coordina a los nodos cliente. Lo cual implica seleccionar un nodo e indicarle su turno de participar en la aplicación de validación.

**Nodo cliente o participante:** Es un nodo que entra en una región crítica cuando la máquina servidora le indica; al salir de dicha región, el nodo cliente le notifica a la máquina servidora, para que esta seleccione un nuevo nodo participante.

**Región crítica:** la sección del código donde un proceso hace uso de un recurso no compartido, por lo tanto, debe ejecutarse en exclusión mutua.

**Aplicación de validación (del algoritmo propuesto):** Se refiere a una aplicación que requiere turnos para participar, e. g., torres de hanoi, serpientes y escaleras, dominó, etc., y que valida la funcionalidad de nuestro algoritmo distribuido.

Para mostrar el impacto de nuestra propuesta, a continuación, se realiza una breve comparación de los cuatro algoritmos para la exclusión mutua que hemos presentado en este trabajo de investigación (tres en el estado del arte y nuestra propuesta). En la tabla 1 enumeramos los algoritmos y dos propiedades fundamentales: el número de mensajes necesarios para que un proceso entre y salga de una región crítica y algunos de los problemas asociados con cada algoritmo.

El **algoritmo centralizado** sólo requiere de tres mensajes para entrar y salir de una región crítica: una solicitud y otorgamiento para entrar y una liberación para salir. El **algoritmo distribuido** necesita  $(n + 1)$  mensajes de solicitud, uno para cada uno de los demás procesos y  $(n + 1)$  mensajes de otorgamiento, para un total de  $2(n - 1)$ . Este número es variable con el **algoritmo de anillo de fichas**. Si todos los procesos desean constantemente entrar a una región crítica, entonces cada paso de la ficha provocará una entrada y salida, para un promedio de un mensaje por cada región crítica a la que se ha entrado. En el otro extremo, a veces la ficha podría circular durante horas, sin que nadie se interese en ella. En este caso, el número de mensajes por entrada en una región crítica no es acotado. En el caso de **nuestra propuesta** sólo requiere

de dos mensajes para entrar y salir de una región crítica: un otorgamiento para entrar (ya que el servidor define que proceso entra en la región crítica) y una liberación para salir.

Algoritmo	Mensajes por dato/salida	Problemas
Centralizado	3	Fallo del coordinador
Distribuido	$2(n-1)$	Fallo de cualquier proceso
Anillo de Elementos	1 a $\infty$	Ficha perdida, falla del proceso
Propuesta	2	Fallo del servidor

**Tabla 1.** Comparación de cuatro algoritmos de exclusión mutua.

Por último, los cuatro algoritmos sufren en caso de fallas. Se pueden utilizar medidas especiales y complejidad adicional, para evitar que una falla haga que todo el sistema se venga abajo.

## 5 Conclusiones

Se presentó un algoritmo distribuido con paso de mensajes para la exclusión mutua. Dicho algoritmo es una variante de un algoritmo centralizado y tiene su aplicación en el famoso juego de las torres de hanoi.

Una de las desventajas que tiene nuestra propuesta actualmente, consiste en que cuando el servidor deja de funcionar, el sistema se detiene. Por lo cual se propone implementar como trabajo futuro un protocolo de comunicación fiable que enmascare fallos en los componentes de la red subyacente, por ejemplo, mediante la retransmisión de mensajes perdidos o corruptos. De igual forma se propone implementar mecanismos que garanticen la seguridad y pervivencia.

Cabe mencionar que nuestra propuesta puede ser de utilidad en aplicaciones donde se tenga como política la asignación de turnos para participar. Ejemplos de ellos pueden ser: paneles de discusión, en colas de impresión, en préstamos de libro de reservas y juegos (por ejemplo, serpientes escalera, domino, billar, etc).

**Agradecimientos.** Los autores agradecen a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por el apoyo otorgado para poder llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

## 6 Referencias

- [1] A. M. Law. Simulation Modeling and Analysis. 4ta edición. 2006. McGraw-Hill.
- [2] A. S. Tanenbaum. Sistemas Operativos Modernos. 3era Edición. Prentice Hall. 2009.
- [3] A. S. Tanenbaum, Ó. A. P. Velasco, G. Guerrero. Sistemas operativos distribuidos. 1996. Pearson Educación. ISBN: 9789688806272. 617 p. url: <https://books.google.es/books?id=10UZAAAACAAJ>
- [4] E. Shishkin. 2017. Construction and Formal Verification of a Fault-Tolerant Distributed Mutual Exclusion Algorithm. In Proceedings of 16th ACM SIGPLAN International Workshop on Erlang, Oxford, UK, September 8, 2017 (Erlang'17), 12 pages. <https://doi.org/10.1145/3123569.3123571>.
- [5] G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, J. B. P. Junquera. Sistemas distribuidos: conceptos y diseño. 2001. Pearson Educación. ISBN: 9788478290499. 726 p. url: <https://books.google.com.mx/books?id=aA5BAAAACAAJ>
- [6] G. Tel. Introduction to Distributed Algorithms. 2000. ISBN: 0-521-79483-8. 1-36
- [7] H. M. Deitel, P.J Deitel. Cómo programar en C++. 2003. Pearson Educación. ISBN: 9789702602545. 1320 p. url: <https://books.google.es/books?id=CBhWani323wC>.
- [8] K. Erciyes. Distributed Graph Algorithms for Computer Networks. 2013. ISBN: 978-1-4471-5173-9 (eBook). 1-82.
- [9] K. M. Cenci. Jorge R. Arengi. Exclusión Mutua Para coordinación de Sistemas Distribuidos. 2001. 8 pag.

- [10] Kanrar S., Chaki N., Chattopadhyay S. 2018. Voting-Based Mutual Exclusion Algorithms. In: Concurrency Control in Distributed System Using Mutual Exclusion. Studies in Systems, Decision and Control, vol 116. Springer, Singapore.
- [11] N. Ziviani. Diseño de algoritmos con implementaciones en Pascal y C. 2007. ISBN: 978-84-9732-538-7. 269-271. Vol. 3.
- [12] P. R. Jorge. F.O. Christian. Un nuevo algoritmo Distribuido de Exclusión mutua que minimiza el intercambio de mensajes. 2005. SciELO. P. 89-98. Vol. 13.

# **XX. Simposio de Posgrado**



# Modelo para la implementación de Transporte Público Inteligente basado en la arquitectura Smart City y utilizando las herramientas de Cloud Computing

Raul Alejandro Velasquez Ortiz <sup>1</sup>, Francisco Javier Álvarez Rodríguez <sup>2</sup> y Julio Cesar Ponce Gallegos <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de ciencia de la computación. Av. Universidad, Ciudad Universitaria, C.P: 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, raul.velasquez@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de ciencia de la computación. Av. Universidad, Ciudad Universitaria, C.P: 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, fjalvar@correo.uaa.mx

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes, Departamento de ciencia de la computación. Av. Universidad, Ciudad Universitaria, C.P: 20131, Aguascalientes, Aguascalientes, jcponce@correo.uaa.mx

**Resumen.** Uno de los elementos más importantes de una ciudad es la movilidad y por lo tanto el uso e integración de un transporte público inteligente se requiere para hacer posible la transición a una Ciudad Inteligente (Smart City). Actualmente, con la falta de un sistema de información apropiado en el sistema de transporte, los usuarios se ven en la necesidad de esperar demasiado tiempo ya que desconocen cuando arribará un autobús. Optimizar el servicio de transporte público en la ciudad de Aguascalientes por medio del desarrollo de una aplicación inteligente y proponer un sistema el cual localice la posición actual de los autobuses por medio de GPS se hace necesario. Por lo tanto y como objetivo principal de este artículo es presentar un modelo preliminar para la transición a transporte inteligente mezclando las herramientas de cloud computing y sus prestaciones, así como arquitectura de Smart Cities.

**Abstract.** One of the most important elements of a city is mobility and therefore the use and integration of intelligent public transport is required to make the transition to a Smart City possible. Currently, with the lack of an appropriate information system in the transportation system, users are forced to wait too long because they do not know when a bus will arrive. Optimising the public transport service in the city of Aguascalientes by developing an intelligent application and proposing a system which locates the current position of buses by means of GPS becomes necessary. Therefore, the main objective of this article is to present a preliminary model for the transition to intelligent transport by mixing cloud computing tools and their features and the architecture of Smart Cities.

**Palabras Claves:** Smart Cities, Cloud Computing, Transporte Inteligente, Smart Mobility, Software as a Service.

## 1 Introducción

En términos generales Smart City (SC) es una región urbana enriquecida con la tecnología más reciente que utiliza sus recursos para generar comunicación fiable y seguridad inteligente. Así mismo la construcción de una SC debe considerarse a partir de aspectos como lo son la sostenibilidad ambiental, la viabilidad económica y la igualdad social. La meta más importante al construir una SC es mejorar la calidad de vida y no solo de sus habitantes sino de sus servicios, ofertándolos y entregándolos con el uso de la tecnología, mejorando no solo la gestión de estos, sino otorgando una mayor flexibilidad y control sobre los mismos. (Vakula & Raviteja, 2017).

Smart City como lo menciona (Strasser & Albayrak, 2016) se relaciona con Internet of Things and Services (IoTS), donde se pretende facilitar el acceso a los datos que pueden ser incorporados a las aplicaciones inteligentes lo cual contribuye a la disminución de problemas relacionados con transporte.

Los principales sectores donde SC aplica su mejora varían desde el área de movilidad inteligente, economía inteligente, ambiente inteligente y gobierno inteligente, siendo el área de movilidad, la premisa a mejorar. Así mismo para obtener la información que dispongan estos recursos se ocupa aplicar técnicas que puedan generar información puntual por lo cual el uso de una arquitectura es crucial para establecer

ese intercambio de datos, siendo esta la de Cloud Computing y en específico la plataforma de Software as a Service (SaaS), como lo indica (Kyriazopoulou, 2015).

Si bien el desarrollo de aplicaciones inteligentes para el área de transporte inteligente es variado, pocas han sido orientadas al área de servicio usando SaaS como su eje principal. La importancia de estas aplicaciones radica no solo en la interacción entre los usuarios y servicios sino en la disminución de una brecha digital existente.

El propósito de este artículo es discutir el uso de una arquitectura, que, una vez establecido sus parámetros de servicios, pueden generar la construcción de un modelo preliminar y pertinente para el desarrollo de una SC de una manera confiable y funcional siguiendo al mismo tiempo las plataformas de SaaS. La sección 2 presenta el estado del arte de la investigación, dando a conocer los resultados recientes de diferentes tipos de investigaciones. La sección 3 incluirá la metodología encargada de generar un modelo inicial sobre el cual se realizará la transición a SC y con el cual se desarrollará la aplicación. La sección 4 contará con resultados del método generado. Por último, la sección 5 mostrará las conclusiones y resultados encontrados y sugerencias del trabajo de investigación a futuro.

## 2 Estado del arte

En (Faria, Brito, Baras, & Silva, 2017), los autores realizaron un trabajo en Madeira Interactive Technologies Institute el cual indica la importancia sobre la implementación de Smart Cities, y a su vez el uso de Smart Mobility, dirigido hacia el diverso uso del transporte, optimizándolo y provocando un transporte inteligente que pueda resolver las necesidades de la población así como problemas que van desde la innovación tráfico y el desarrollo de una infraestructura para el transporte.

La investigación indica diversos proyectos factibles para la solución de diversos problemas de transporte tales como en la ciudad de Berlín/Wolfsburg, en donde la ciudad se ha instalado una red WLAN que sirve para rastrear las unidades de transporte pública si como estaciones de bicicletas en tiempo real. Así mismo se indica el desarrollo de una aplicación para el rastreo de ciclistas, a través de una aplicación desarrollada en la plataforma Android con la finalidad de obtener localización, velocidad y dirección vía GPS. Los teléfonos se sincronizaron a su vez con las luces del semáforo y el objetivo de dicha aplicación es rastrear que ciclistas cruzan estos semáforos.

Así mismo como indica (Vakula & Raviteja, 2017), indica que así como han crecido el número de vehículos para servicio de la sociedad, el transporte público es el dominante y sugiere aplicaciones inteligentes para la solución en el área de transporte de una ciudad tales como:

- Billetes inteligentes y cobro automático de tarifas
- Autobuses y paradas inteligentes basados en GPS
- Sistemas de autobuses de tránsito rápido.

Siendo en este sentido de gran relevancia para la investigación actual, ya que, según el autor, son áreas que requieren de una mayor atención y sobre todo de soluciones que deben ser implementadas puntualmente.

De igual manera y no menos importante, (Wieclaw et al., 2017) nos indica que los proyectos con soluciones complejas requieren estrategias aplicadas desde un enfoque destinado a Cloud Computing y así mismo se debe considerar como una plataforma para ofrecer y desplegar los servicios de SC. Así mismo nos indica los diferentes niveles que interactúan, siendo SaaS el nivel más importante pues es el punto más alto donde el usuario consume los servicios prestados por el proveedor.

En el uso de Cloud Computing y su interacción con sistemas de transporte inteligente, como lo precisa la investigación (Marrero-Almonte, Marin-Tordera, Masip-Bruin, & Sanchez-Lopez, 2015) con el fin de ofrecer funciones de cloud computing más adaptables y eficientes a los sistemas de transporte inteligente, se propuso una arquitectura que facilita el suministro de aplicaciones y servicios de contenido a los usuarios de transportes así como la personalización del mismo.

Cloud computing puede proporcionar varios beneficios como escalabilidad, confiabilidad, elasticidad y recursos compartidos. Sin embargo, menciona que las ciudades deben mejorar su infraestructura existente e invertir en el desarrollo de métodos innovadores para ampliar las posibilidades de acceso a los contenidos pertinentes y a una amplia variedad de aplicaciones o servicios existentes, así como a nuevos a través de tecnología emergente.

Como se puede ver con los diferentes autores e investigaciones mencionadas el crecimiento y mejora en el área de transporte inteligente va en incremento de manera relevante.

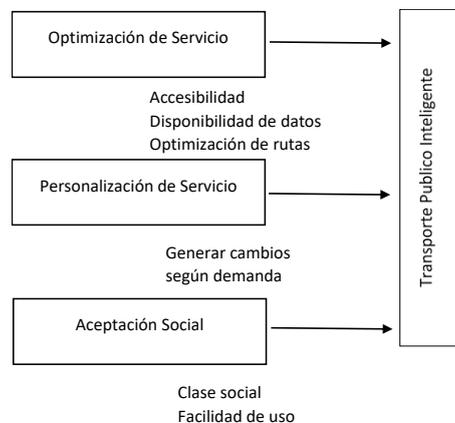
### 3 Metodología utilizada

#### 3.1 Modelación de factores para transición a Smart City.

En esta sección una versión preliminar del modelado de transporte inteligente será descrito. Según (Wieclaw et al., 2017) Smart Cities debe contemplar tres niveles de su arquitectura para generar esta transición y estas según el autor son las siguientes:

- Nivel 1. En este nivel se enfoca en las diferentes recursos y servicios que ofrece la ciudad y que pueden ser gestionados a través de dispositivos como sensores de celulares o dispositivos especiales.
- Nivel 2. Este nivel es el intermediario de procesar la información de manera analítica con técnicas de Cloud Computing por mencionar algunas y de igual manera se encarga de la gestión y actualización de información. Es la capa más importante, necesaria e innovadora para la transición a Smart Cities.
- Nivel 3. Portales de información que contienen y despliegan la presentación de los datos, conteniendo interfaces e interacción con la implementación de los servicios digitalizados.

Para el correcto funcionamiento de esta primera versión del modelo, los siguientes puntos son considerados. La Fig. 1 detalla la construcción del modelado.

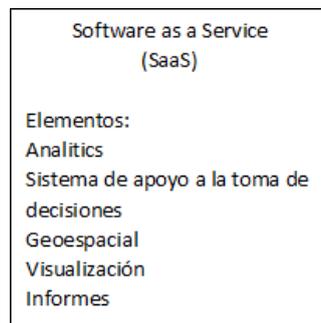


**Fig 2.** Factores para la transición a Transporte Inteligente.

Se identificaron los tres factores principales para la generación una transición hacia un Transporte Público Inteligente. El primer factor es la optimización de servicio el cual permite un mejor entendimiento del comportamiento del usuario dentro del sistema de transporte urbano. El segundo factor es la personalización de servicio en la cual el usuario podrá monitorear la infraestructura y la entrega del servicio. Y por último el factor de aceptación social y la necesidad de adaptación de la plataforma tecnológica de servicio y la facilidad en su uso. En la Fig. 1 se puede apreciar el modelado de transición propuesto.

#### 3.2 Modelación de los niveles implementando Cloud Computing.

Como se observa en la Fig.2 los elementos que se toman en cuenta para la transición de a Smart Cities desde un enfoque dirigido a servicio y según el autor (Wieclaw et al., 2017) son los siguientes:



**Fig 3.** Elementos de SaaS para Smart Cities.

Los elementos mostrados anteriormente sobre SaaS se interrelacionan con los niveles de arquitectura ya expuestos generando un enfoque dirigido a servicios. Como se observa en la Fig. 3 los diferentes niveles logran relacionarse con los elementos de SaaS. El nivel de optimización de servicio se relaciona con directamente a la mejora del servicio de transporte mediante la ubicación y posicionamiento de los autobuses. El segundo nivel, personalización de servicio se relaciona con la visualización de SaaS, los servicios online reflejados al usuario y la manera como pueden interactuar con ellos a partir de la plataforma dedicada para ese fin. Por ultimo el nivel de Aceptación social, relacionada con el elemento de informes de SaaS, los cuales llevaran registro de parte del usuario sobre la facilidad de uso de la herramienta, así como su confiabilidad en la misma en la cuestión de que se reciba información puntual.



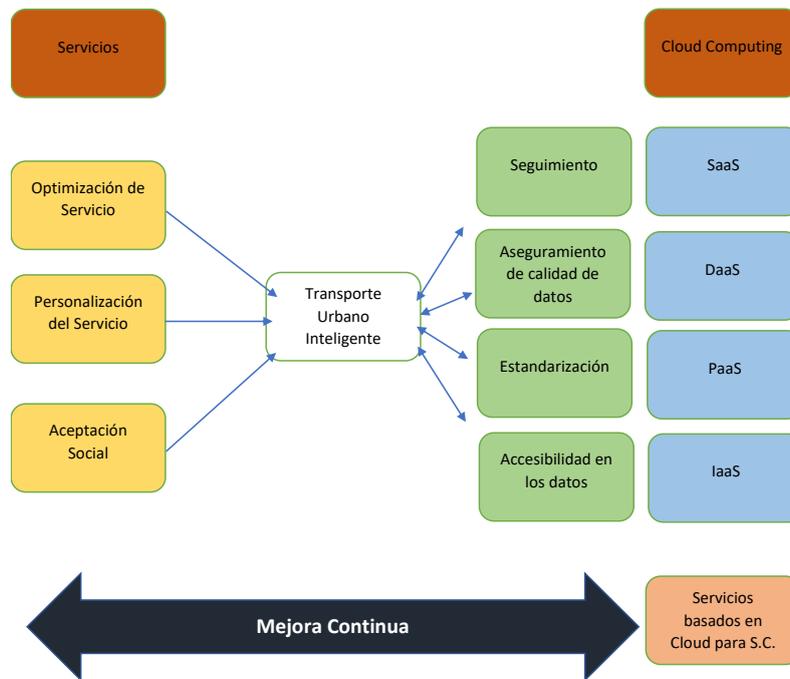
**Fig 4.** Modelación de los niveles de servicio.

Como se aprecia estos elementos, una vez relacionados con la parte de Cloud Computing y SaaS en específico, se puede plantear a partir de estos modelos, un modelo general para realizar la transición a un sistema de transporte urbano inteligente el cual se definirá en la siguiente sección de resultados.

## 4 Resultados

En esta sección el desempeño de la modelación inicial propuesto y sus diferentes entradas son probadas, en este caso los servicios que debe cumplirse para generar un transporte público inteligente. Diferentes escenarios son considerados como se puede apreciar en la Fig. 4. donde se expone claramente el modelo sobre el cual se implementará el uso de un transporte inteligente.

Es importante primeramente definir cuales son los servicios que ofrece un transporte inteligente y como estos son proporcionados. Como se observa y además de la capa de servicios y los factores de transición hacia un transporte inteligente que la componen, se pueden identificar cuatro tipos de áreas o clientes para el transporte urbano inteligente y estos son: seguimiento, aseguramiento de calidad de datos, estandarización y accesibilidad de datos. Con estos elementos podemos identificar cuales servicios de transporte urbano inteligente se proporcionan a la capa de servicios. El primero es seguimiento el cual es dirigido al usuario y gestores de servicio para llevar un control de una correcta distribución de los servicios. La segunda es aseguramiento de calidad de datos, generada para poder ser capaz de realizar cambios dependiendo de la demanda y otorgando calidad en los mismos. El tercero es estandarización, el cual establece los protocolos de intercambio de información y facilita el intercambio de esta. La cuarta es accesibilidad de los datos, el cual hace referencia al acceso de información de las diferentes rutas a través de la aplicación.



**Fig 5.** Modelo de uso de las TIC's para el mejoramiento de y monitoreo de Sistemas de Transporte Urbano Inteligente (Elaboración del autor).

Estos servicios a su vez son procesados por la parte de Cloud Computing, como se observa y estos en conjunto realizan la virtualización, parte fundamental para la transición requerida en Smart Cities. En primer lugar, se encuentra SaaS, que es el nivel en el que se enfoca al software que proporcionara el servicio a los usuarios. En según lugar DaaS es la virtualización a un nivel de arquitectura de los servicios. En tercer lugar, se encuentra PaaS la cual permitirá el funcionamiento de la aplicación a implementar y que los servicios se encuentren disponibles en internet. Por último, IaaS otorgara una infraestructura con acceso directo a la nube, virtualizando la parte de hardware. Estos elementos de Cloud Computing están presentes durante todo el modelo y su construcción, y en constante mejora continua del mismo. No se deben de aislar ningún elemento de Cloud Computing del modelo.

## 5 Conclusiones y pautas para futura investigación

En este artículo propusimos un modelo inicial para la construcción de una Smart City utilizando los elementos claves tales como la arquitectura y su plataforma SaaS de Cloud Computing. Este artículo logra otorgar un enfoque a la arquitectura del modelo para la generación de transporte urbano inteligente así mismo ilustrando su importancia y soluciones ofrecidas una vez se apliquen al desarrollo de una aplicación al área informática. El trabajo destinado para un futuro es llevar a un grado de madurez más sólido al modelo y desarrollando en conjunto una aplicación que siga la métrica establecido por el mismo modelo ya mencionado. Como una fase inicial, el modelo es claro y ayuda a entender la unión de los servicios hacia la conversión inteligente de los mencionados.

**Agradecimientos.** Agradecemos a los evaluadores por sus pertinentes observaciones, así como CONACYT y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por el financiamiento hacia esta investigación.

## Referencias

- Faria, R., Brito, L., Baras, K., & Silva, J. (2017, 10-13 July 2017). *Smart mobility: A survey*. Paper presented at the 2017 International Conference on Internet of Things for the Global Community (IoTGC).
- Kyriazopoulou, C. (2015, 20-22 May 2015). *Smart city technologies and architectures: A literature review*. Paper presented at the 2015 International Conference on Smart Cities and Green ICT Systems (SMARTGREENS).
- Marrero-Almonte, R., Marin-Tordera, E., Masip-Bruin, X., & Sanchez-Lopez, S. (2015, 17-18 June 2015). *Conceptual approach of a hierarchical cloud architecture for intelligent transport systems*. Paper presented at the 2015 14th Annual Mediterranean Ad Hoc Networking Workshop (MED-HOC-NET).
- Strasser, M., & Albayrak, S. (2016, 13-15 Sept. 2016). *A pattern based feasibility study of cloud computing for Smart Mobility solutions*. Paper presented at the 2016 8th International Workshop on Resilient Networks Design and Modeling (RNDM).
- Vakula, D., & Raviteja, B. (2017, 7-8 Dec. 2017). *Smart public transport for smart cities*. Paper presented at the 2017 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS).
- Wieclaw, L., Pasichnyk, V., Kunanets, N., Duda, O., Matsiuk, O., & Falat, P. (2017, 21-23 Sept. 2017). *Cloud computing technologies in "smart city" projects*. Paper presented at the 2017 9th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS).

# Desarrollo de metodología para software colaborativo educativo para inclusión de personas con discapacidad considerando la UX(MCED).

Vanessa Villalpando Serna<sup>1</sup>, Francisco Javier Álvarez Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes,

Av. Universidad n.º 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, Aguascalientes, México

<sup>1</sup>villalpavane4@gmail.com, <sup>2</sup>fjalvar@correo.uaa.mx

**Resumen.** Todo software es desarrollado con el fin de que sea aceptado por los usuarios por los cuales fue creado, sin embargo existe bastante software que una vez que se crea es olvidado debido a que su uso conlleva una negativa experiencia de usuario (UX), además la mayoría del software es desarrollado pensando en usuarios que no poseen algún tipo de discapacidad, si nos centramos en la historia podemos percatarnos que desde tiempos antiguos las personas con discapacidad no tienen las mismas oportunidades de educación que una persona promedio ya que la mayoría de las escuelas no cuenta con herramientas adaptadas para su discapacidad, actualmente en el ámbito de enseñanza y aprendizaje se lucha por generar la inclusión a todo tipo de personas, una estrategia es por medio de un trabajo colaborativo donde un grupo busca lograr un objetivo en común y cada integrante aporta algo significativo.

En este trabajo nos enfocamos en diseñar una metodología de ingeniería de software (IS) para desarrollar un videojuego que mezcla los términos de UX, trabajo colaborativo e inclusión de personas con diferentes capacidades, en este caso de estudio son personas promedio y usuarios totalmente ciegos donde el objetivo del juego es que sus integrantes logren resolver fracciones equivalentes.

Durante el trabajo se expone el proceso de cómo se diseñó la metodología que mezcla los términos de UX, trabajo colaborativo e inclusión de personas.

**Palabras clave:** ciego, experiencia de usuario, trabajo colaborativo.

## 1. Introducción

La concientización sobre el apoyo a personas con discapacidad no tiene mucho tiempo pues en Cobas K. (2015) se menciona que el primer esfuerzo nacional para la atención de personas con discapacidad se dio el 13 de enero de 1977 con la creación del Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y no hace mucho tiempo se sigue con la lucha de inclusión, pues ahí mismo se menciona que en Agosto del 2014, el gobierno del Presidente Enrique Peña Nieto acaba de realizar reformas necesarias, para la efectiva inclusión de este sector de la sociedad. Por otro lado, en

Montoro J. (1991) se expone que épocas no tan antiguas se consideró a las personas con discapacidad visual como carentes de capacidad inteligible, puesto que no existían en el momento un método de lectura y escritura adaptado a la limitación visual por lo tanto no podían acceder a la información. Actualmente las escuelas no se encuentran adaptadas para que las personas con discapacidades tengan métodos de acceso a la información educativa como una persona promedio. Sin duda el concepto de educación para personas con alguna discapacidad ha ido cambiando con el paso del tiempo de una manera positiva, yendo de una total exclusión a una educación inclusiva pero aún hay mucho en que trabajar pues no se ha logrado al 100 por ciento la inclusión de personas. En este trabajo nos enfocamos en trabajar con la inclusión de personas débiles visuales y personas promedio para que los dos tengan la misma UX al acceder a la información.

El presente estudio se enfoca en una presentar una propuesta de una metodología para desarrollar software educativo colaborativo para personas con diferentes capacidades donde el objetivo es obtener una positiva UX ya que no se encontró en la literatura alguna metodología que mezcle los términos de UX, colaborativo e inclusión de personas.

Para desarrollar la metodología MCED, se buscó en la literatura cuales metodologías se enfocaban en producir software para UX, educación, colaboración y ciegos. Quedando elegido para el tema de educación la metodología MOOMH propuesta por Benigni (2014), mientras que para el tema de colaboración la Metodología de desarrollo e incorporación en los ambientes de aprendizaje, propuesta por Adriana Ramírez M. y cols. (1999); y para el tema de UX se eligió la Metodología centrada en la UX, propuesta por Jesse James Garrett (2000). Se tomaron en cuenta las metodologías para implementar algunas de sus características las cuales se encuentran detalladas durante el presente trabajo.

## **2. Estado del arte**

En Kankainen (2002) se considera que el concepto de la UX tiene su origen en el campo del Marketing, estando muy vinculado con el concepto de Experiencia de Marca, esto se debe a su similitud con el concepto de experiencia de marca “pretensión de establecer una relación familiar y consistente entre consumidor y marca” (Montero H. y cols., 2005). Por otro lado, Dillon (2001) define a la Experiencia de Usuario en tres niveles: Acción, qué hace el usuario; Resultado, qué obtiene el usuario; y Emoción, qué siente el usuario. Por lo tanto, se define a la UX como emociones satisfactorias respecto al uso de un producto.

Por otro lado, las estrategias actuales para la mejora académica abordan el tema de Trabajo Colaborativo, en Cabero y Márquez (1997) indican "una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que se organizan pequeños grupos de trabajo; en los que cada miembro tiene objetivos en común que han sido establecidos previamente y sobre los cuales se realizará el trabajo". Por lo tanto, gracias a el trabajo colaborativo

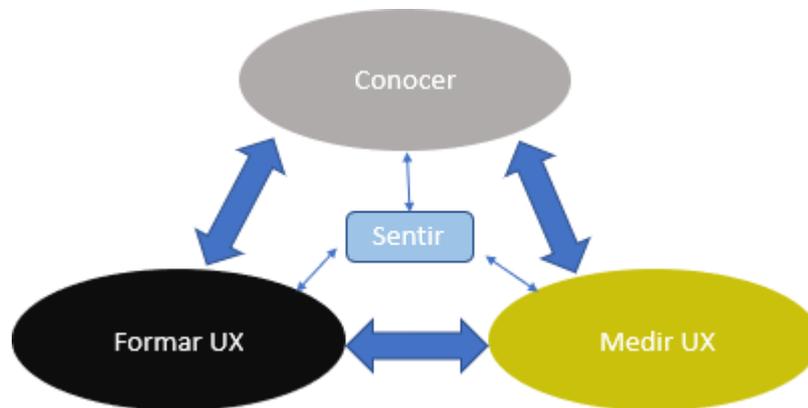
se puede realizar la inclusión de personas con diferentes capacidades donde cada integrante poseerá un rol y todos aprenderán de todos.

Por otro lado, en Gros, B. (2007) se menciona que actualmente los videojuegos poseen características que los hacen atractivos para los jugadores y que los dotan de una gran potencialidad como instrumentos para aprender o desarrollar estrategias específicas y para la adquisición de conocimientos. Además, por otro lado, Charsky, D. (2010) menciona algunas de las características esenciales de los videojuegos que los habilitan como herramientas en entornos educativos: la competición, la presencia de objetivos, la existencia de reglas bien definidas y la necesidad de tomar decisiones al momento. Por lo tanto, se considera a los videojuegos como un software para abordar el tema de trabajo colaborativo, por tal razón se eligió realizar un software tipo videojuego en el caso de estudio.

Por otro lado, en Rojas R. y cols. (2013), se explica que en la educación inclusiva la escuela es para todos, sin distinción o discriminación de ningún tipo. La educación inclusiva pretende mejorar las condiciones educativas de todos los niños en condición de vulnerabilidad, como puede ser algún tipo de discapacidad. Por otro lado, en Inostroza R. (2012) menciona que hablar de ceguera o deficiencia visual se refiere a condiciones caracterizadas por una limitación total o muy seria de la función visual. Por lo tanto, se considera a una persona ciega como una persona con condición vulnerable la cual aplica para tratar el tema de educación inclusiva es por esto, que se eligió en el caso de estudio a personas ciegas y personas promedio.

### **3. Descripción de la metodología propuesta**

La metodología propuesta para desarrollar software con características colaborativo educativo, inclusión de personas con discapacidad y UX es llamada hasta el momento como “MCED”, la cual consta de 3 etapas iterativas principales: 1. Conocer, 2. Formar UX y 3. Medir UX, donde todas ellas tienen una característica en común llamada “Sentir” que posee la funcionalidad de estar monitoreando en todo momento que todo satisface a los usuarios o a la persona que solicitó el software, si se siente que existe algo mal, el proceso puede regresar a etapas anteriores o a alguna parte específica requerida de las etapas. Esto es porque la UX se basa en sentimientos y nos indica que sienten los usuarios al usar una aplicación. Cabe destacar que nos debemos basar en lo que siente la mayoría de los usuarios y no en la minoría. **Ver Figura 1.**

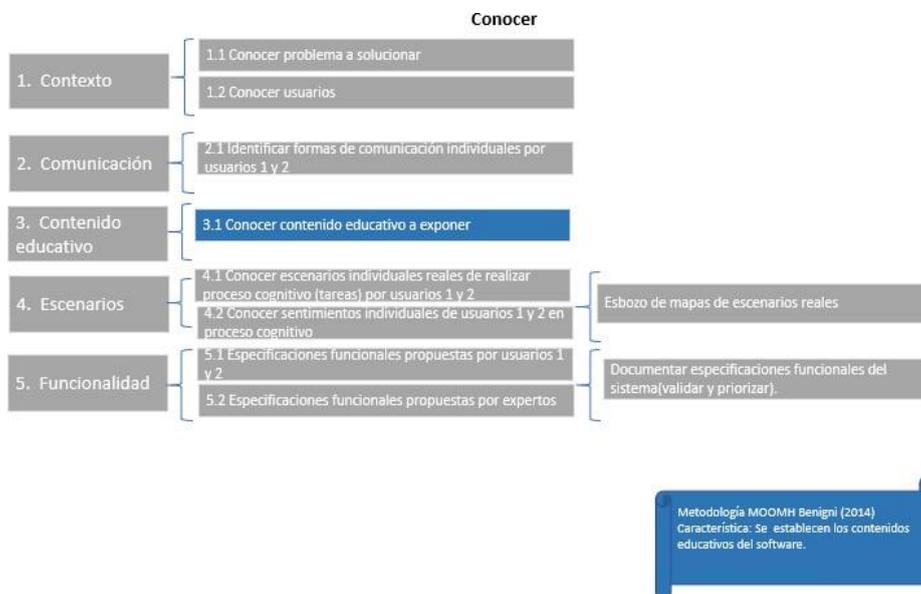


**Figura 1.** Metodología para desarrollar software colaborativo educativo para inclusión de personas con discapacidad considerando la UX (MCED).

### 3.1 Etapa Conocer

La primera etapa es llamada “Conocer” la cual esta dividida en 5 pasos principales: 1. Contexto, 2. Comunicación, 3. Contenido Educativo, 4. Escenarios y 5. Funcionalidad. **Ver Figura 2.**

En el paso 3, se tomó como referencia una característica de la metodología “MOOMH” propuesta por Benigni G. (2014), la cual se encuentra disponible en la biografía; la característica tomada corresponde a establecer los contenidos educativos del software”, si hablamos de MOOMH esta característica se encuentra ubicada en su etapa de análisis, inciso “c)” que indica: “Diseño de los objetos, donde se representan de manera sencilla las lecciones, unidades de información o bloques administrativos, diseñando tablas en las que se muestran el registro de los elementos multimedia que se propone y también deben incluirse los bocetos.”. **Ver Figura 2.**



**Figura 2.** Etapa Conocer compuesta por 5 pasos principales (1. Contexto, 2. Comunicación, 3. Contenido educativo, 4. Escenarios y 5. Funcionalidad).

### Contexto

En el paso Contexto de esta etapa, se tiene por objetivo conocer al 100% el problema a solucionar y personas con las que estamos tratando. Para conocer el problema se proponen entrevistas formuladas a los usuarios, donde unas preguntas ejemplo podrían ser: ¿Qué problema tienes?, ¿Qué deseas obtener de la aplicación?; mientras que para conocer usuarios se propone formularse preguntas como: ¿Qué queremos que los usuarios obtengan del sitio?, ¿Qué capacidad o discapacidad posee mi usuario?, ¿Dónde vive el usuario?, ¿Qué cultura tiene el usuario?

Se considera muy importante entender este paso, ya que, si no se tiene clara la idea clara desde el principio sobre “qué y para quien” se creará el sistema, muy probablemente el esfuerzo posterior no se realizará de la forma correcta, pues nuestro sistema no será usable, por lo tanto, no tendrá una positiva UX.

### Comunicación

En el paso Comunicación de esta etapa, se tiene por objetivo identificar las formas de comunicación individuales por usuarios 1 y 2, donde de acuerdo con el caso de estudio de este trabajo, los usuarios 1 corresponden a usuarios promedio y los usuarios 2 a usuarios ciegos, cabe destacar que estos usuarios pueden cambiar, ya que

la metodología está diseñada para inclusión de personas de cualquier tipo de discapacidad.

Se considera importante este paso, ya que esto nos ayudara a comprender las opciones que tiene el usuario para comunicarse con nosotros. Debemos ser capaces de identificar cual de sus 5 sentidos sensoriales son aptos para el canal de comunicación, por ejemplo, si una persona posee discapacidad auditiva, una forma para comunicarse seria las cosas escritas, por otro lado, si hablamos de nuestro caso de estudio sobre personas ciegas, una forma de comunicarnos es por medio del habla o del tacto u otro sentido.

### **Contenido Educativo**

En el paso Contenido de esta etapa, se tiene por objetivo conocer el contenido educativo a exponer en el software, donde de acuerdo con el caso de estudio de este trabajo, corresponde al tema de fracciones equivalentes. Cabe destacar que este tema puede cambiar de acuerdo con el caso de estudio que se esté trabajando, ya que la metodología está diseñada para cualquier tipo de contenido educativo.

Se considera importante este paso, ya que se está incluyendo la característica educativa a la metodología, el objetivo es que se tiene que entender que información o contenido educativo se le expondrá al usuario, pues como bien sabemos todos los usuarios usan algún software por el contenido que se presenta en él, nadie usa un software solo por que tenga una buena UX.

### **Escenarios**

En el paso Escenarios de esta etapa, se tienen dos objetivos, el primero es conocer los escenarios reales al realizar el proceso cognitivo de aprendizaje por usuarios 1 y 2. Se propone analizar por separado ya que como bien se ha mencionado en este trabajo, actualmente son escasas las instituciones educativas donde se lleva a cabo la inclusión de personas con diferentes capacidades. Mientras que el segundo objetivo corresponde a conocer que sienten los usuarios al realizar dicho proceso cognitivo. Se considera importante este punto ya que, si el usuario manifiesta estrés, frustración o cualquier sentimiento negativo, este sentimiento afectara en la UX del software por lo que se debe de identificar una manera de evitar tales sentimientos por medio de una característica del software que se pretende desarrollar.

Si hablamos de nuestro caso de estudio, el usuario 1 correspondería a personas promedio, mientras que usuarios 2 a personas ciegas, los escenarios a esbozar serian como los usuarios promedio solucionan una fracción equivalente y como lo hacen los usuarios ciegos, además de que sentimientos sienten al realizar este proceso. Identificar que se les dificulta, porque y como se puede solucionar.

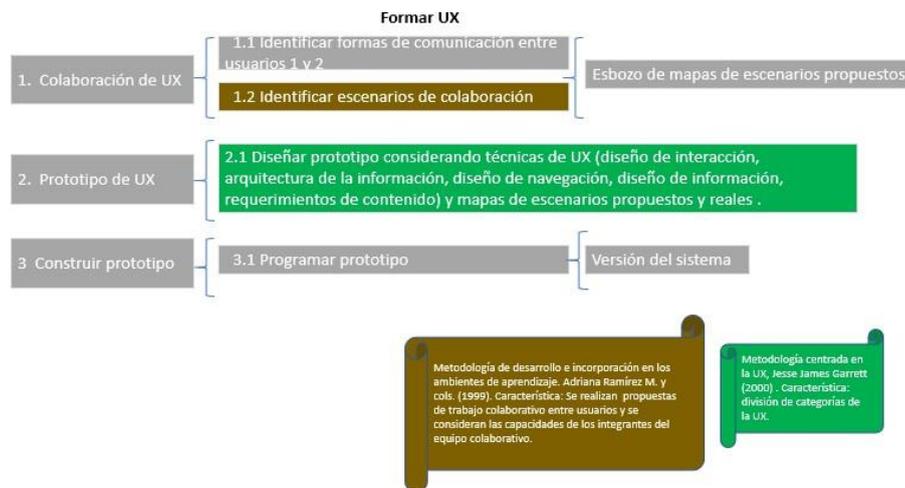
## Funcionalidad

En el paso Funcionalidad de esta etapa, se tiene por objetivo documentar las especificaciones funcionales del sistema, es decir, que características se identifican para implementar en el software, para ello se propone que tanto los usuarios como los expertos den propuestas de estas especificaciones y una vez identificadas estas sean validadas y priorizadas.

Se considera importante esta etapa, ya que se pueden identificar las características que no son viables e importantes a construir el sistema, además con las características claras, es más fácil repartir requerimientos entre los miembros del equipo, todos se encontraran en el mismo canal, de “que” se va a construir.

### 3.2 Etapa Formar UX

La segunda etapa es llamada “Formar UX” la cual está dividida en 3 pasos principales: 1. Colaboración de UX, 2. Prototipo de UX y 3. Construir Prototipo. **Ver Figura 3.**



**Figura 3.** Etapa Formar UX compuesta por 3 pasos principales (1. Colaboración de UX, 2. Prototipo de UX y 3. Construir Prototipo).

En el paso 1, se tomó como referencia una característica de la metodología de desarrollo e incorporación en los ambientes de aprendizaje, propuesta por Adriana Ramírez M. y cols. (1999), la cual se encuentra disponible en la biografía; la característica tomada corresponde a que realizan propuestas de trabajo colaborativo entre usuarios y se consideran las capacidades de los integrantes del equipo colaborativo, la característica se encuentra ubicada en su etapa de conceptualización,

que indica “Durante la fase de conceptualización del software educativo, el equipo humano genera las ideas para el logro de ambientes explorativos y de desarrollo de habilidades de pensamiento, que estimulan el fortalecimiento de aptitudes y actitudes frente a la creación, investigación y el trabajo colaborativo alrededor de los valores culturales”. **Ver imagen 3.**

En el paso 2, se tomó como referencia la metodología centrada en la UX propuesta por Garrett, J. (2000), la cual se encuentra disponible en la biografía. En este paso se considerarán todas las características que Garret menciona a tomar en cuenta para obtener una positiva UX, algunas de estas características corresponden a diseño de interacción, arquitectura de información, diseño de navegación, diseño de información y requerimientos de contenido. **Ver imagen 3.**

### **Colaboración UX**

En el paso Colaboración UX de esta etapa, se tiene por objetivo generar un esbozo de mapas de escenarios propuestos, de cómo van a colaborar e interactuar los usuarios 1 y 2, se propone realizar dicha tarea primero identificando las formas de comunicación como conjunto entre los usuarios 1 y 2 e identificar los escenarios de colaboración. Se podría decir que dicha propuesta sería el resultado o solución de lo que se está buscando con la metodología. Cabe destacar que en el caso de estudio los usuarios 1 serían los usuarios promedio y los usuarios 2 los usuarios ciegos mientras que el esbozo del mapa propuesto para resolución de fracciones equivalentes es la interacción de cómo se van a comunicar los usuarios ciegos con los usuarios promedio.

### **Prototipo de UX**

En el paso Prototipo de UX de esta etapa, se tiene por objetivo diseñar el prototipo del software considerando técnicas de UX (diseño de interacción, arquitectura de la información, diseño de navegación, diseño de información, requerimientos de contenido) y mapas de escenarios propuestos y reales. Dicho prototipo mostrará las pantallas del software que se desea producir. Se propone que este diseño sea construido por un especialista en diseño de UX y contenido.

### **Construir Prototipo**

En el paso Construir prototipo de esta etapa, se tiene por objetivo programar el prototipo propuesto en el paso anterior, que corresponde a “Paso Prototipo de UX”.

### **3.3 Etapa Medir UX**

La tercera etapa es llamada “Medir UX” la cual está dividida en 2 pasos principales: 1. Métodos UX y 2. Medir UX. **Ver Figura 4.**



**Figura 4.** Etapa Medir UX compuesta por 2 pasos principales.

### **Métodos UX**

En el paso Métodos UX de esta etapa, se tiene por objetivo identificar métodos de evaluación de UX para usuarios 1 y 2, en este caso de estudio se identificarían métodos de evaluación de UX para usuarios promedio y ciegos. Cabe mencionar que estos tipos de usuarios pueden cambiar ya que la metodología esta diseñada para la inclusión de personas con diferentes capacidades por lo que estos pueden variar.

### **Validar UX**

En el paso Validar UX de esta etapa, se tiene por objetivo validar con los usuarios finales la UX del prototipo, se propone que sea por pantallas haciendo uso de técnicas de UX identificadas en el punto 1.1. Cabe destacar que para este caso de estudio se validaría la UX del software para resolución de fracciones equivalentes siguiendo los métodos de evaluación de la UX para personas promedio y ciegos, se le aplican a cada categoría de usuarios los métodos y se logra ver que tan satisfechos están. Si la experiencia de usuario no es aceptable, la metodología nos indica que habría que regresar a la etapa de conocer.

## **4. Conclusión**

Se considera que en la literatura hacen falta metodologías para desarrollar software universal que involucre en conjunto los términos UX, trabajo colaborativo e inclusión, todo esto con el fin de apoyar educativamente a personas con condiciones de vulnerabilidad, en este caso con discapacidad. Es por tal razón que se propone MCED y se hace una invitación a que se siga explorando el tema de inclusión de personas en el área educativa con herramientas tecnológicas.

El trabajo por hacer ahora es probar la metodología propuesta MCED y evaluar los resultados de UX en los dos tipos de usuario elegidos para la inclusión en este estudio, los cuales corresponde a personas promedio y ciegos. En base a los resultados obtenidos se realizarán modificaciones pertinentes a la metodología.

## 5. Referencias

1. Benigni, G. (2004). Una metodología orientada a objetos para la producción de software multimedia.
2. Marcano, I. & Benigni, G. (2014). Análisis de alternativas metodológicas para el desarrollo de software educativo. *Saber*, 26(3), 297-304.
3. Ramírez, A. y cols. (1999). *Software Educativo: Metodología de desarrollo e incorporación en los ambientes de aprendizaje*.
4. Garrett, J. (2000). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web*.
5. Montero H. y cols. (2005). La Experiencia del Usuario. HCI y Usabilidad. En: *No Solo Usabilidad*, nº 4, Septiembre 2005. <nosolousabilidad.com>. ISSN 1886-8592
6. Dillon, A. (2001). *Beyond Usability: Process, Outcome and Affect in human computer interactions*. Lazerow Lecture 2001, at the Faculty of Information Studies, University of Toronto, March 2001
7. Cabero y Márquez (1997) “Trabajo Colaborativo”.
8. Gros, B. (2007). Digital games in education: The design of games-based learning environments. *Journal of Research on Technology in Education*. Vol. 40, No. 1, pp.23–38.
9. Charsky, D. (2010). From edutainment to serious games: A change in the use of game characteristics. *Games and culture*, Vol. 5, N. 2, pp.177–198.
10. Rojas R. y cols. (2013). El uso de un software educativo para promover el aprecio por la diversidad en alumnos de primaria
11. Inostroza R. (2012). *Usabilidad en Dispositivos Móviles Táctiles*.
12. Kankainen, A. (2002). Thinking model and tools for understanding user experience related to information appliance product concept. Tesis Doctoral, Helsinki University of Technology, 9 de Diciembre de 2002

## **Ganadores del Certamen Nacional de Tesis de Informática y/o Computación ANIEI 2018**

### **Ganador del Primer Lugar de Doctorado**

Categoría Unica

Título: "Supervised Classifiers based on Emerging Patterns for Class Imbalance Problems"

Octavio Loyola González

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

### **Ganador del Primer Lugar de Licenciatura**

Categoría Computación

Título: "Prototipo de aplicación de realidad virtual para el entrenamiento introductorio de RCP"

Rendón Aguilar, Yudith Sofía

Soto García, Héctor

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

### **Ganador del Primer Lugar de Licenciatura**

Categoría Informática

Título: "Plataforma Web participativa para la toma de decisiones conjunta entre ciudadanos y Gobierno"

José Luis Cabrera Guzmán

Universidad de La Salle Bajío

## **Ganador del Primer Lugar de Maestría**

Categoría Computación

Título: "MEJORA DEL ALGORITMO DE ENJAMBRE DE POLILLAS MEDIANTE OPERADORES DE APRENDIZAJE BASADO EN LO OPUESTO"

Sara Esquivel Torres

Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías

**Nota. - El Nivel Maestría en la categoría de Informática, se declaró desierta por decisión del Comité Revisor.**

## 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 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, Alfa Omega Grupo  
Editor S.A. de C.V.

### **IMPRESIÓN:**

ALFA OMEGA GRUPO EDITOR S.A. DE C.V.

### **DERECHOS RESERVADOS:**

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

420 páginas, Emprendiendo Innovaciones con Tecnologías Exponenciales

**ISBN:** 978-607-538-373-6