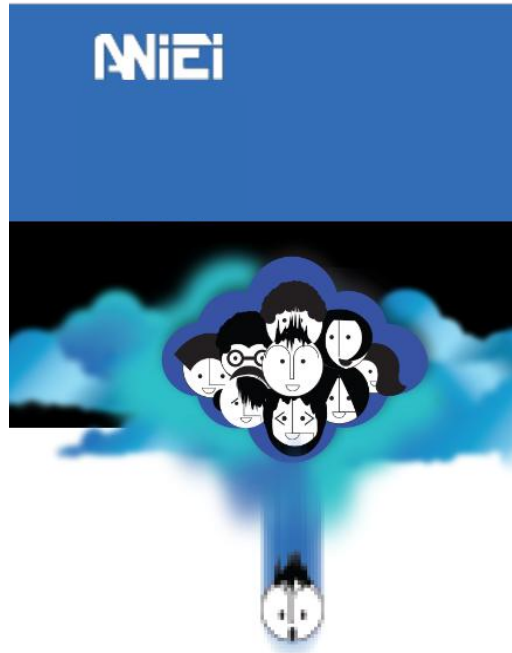




Avances en las Tecnologías de la Información



EDITORES:

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

EDITORIAL:

ALFA-OMEGA.

ISBN:

978-607-622-834-0

LUGAR:

MEXICO, CIUDAD DE MÉXICO.

FECHA DE PUBLICACIÓN:

DICIEMBRE DE 2016

Índice

PRÓLOGO	6
INTRODUCCIÓN	7
SEMBLANZA DE LOS EDITORES	8
AGRADECIMIENTOS.....	9
COMITÉ REVISOR.....	10
I. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE ENSEÑANZA.....	12
WRITE HELPER: SERIOUS GAME FOR PRE-SCHOOL CHILDREN IN LEARNING WRITE	13
TRANSMISIÓN DE DATOS ELECTROMÉDICOS USANDO RADIOS UHF/VHF	19
APLICACIÓN WEB DE REVISTA DIGITAL CON BIBLIOTECA MULTIMEDIA INTEGRADA USANDO TECNOLOGÍAS DE WEB SEMÁNTICA	26
LA APLICACIÓN DEL MODELO DE AULA INVERTIDA EN EDUCACIÓN SUPERIOR	38
DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES PARA NIÑOS CON PROBLEMAS DE APRENDIZAJE LEVE EN MATEMÁTICAS BÁSICAS.....	44
METODOLOGÍA DECADE/COM.....	54
II. AMBIENTES VIRTUALES DE ENSEÑANZA	67
VIRTUALIZACIÓN DE LUGARES TURÍSTICOS DE DIFÍCIL ACCESO COMO HERRAMIENTA DE REHABILITACIÓN MOTRIZ	68
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE PROGRAMAS ENFOCADOS EN EL USO Y LA APROPIACIÓN EDUCATIVA DE TIC EN LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA COLOMBIA	89
III. COMPETENCIAS EN TIC	97
FORMACIÓN Y DESARROLLO DE COMPETENCIAS DIGITALES EN PROFESORES DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA	98
APLICACIÓN COLABORATIVA DEL PLAN DE VIDA ACADÉMICO BASADO EN UN ALGORITMO DE ORDEN TOPOLÓGICO	111
EL TRONCO INTER Y MULTIDISCIPLINAR (TIM) EN LAS INGENIERÍAS EN COMPUTACIÓN Y ELECTRÓNICA EN LA UAM AZCAPOTZALCO: HACIA LAS COMPETENCIAS BÁSICAS Y EL USO DE LAS TICS.	121
IV. CÓMPUTO MÓVIL	130
REDISEÑO DE LA APLICACIÓN MÓVIL CON USO DE GAMIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA PSICOMOTRICIDAD FINA VISO MANUAL.....	131
PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD UTILIZANDO INTEL XDK.	141
SISTEMA DE NOTIFICACIONES DE FUGAS DE AGUA BASADO EN EL SERVICIO SMS A TRAVÉS DE COMANDOS AT	151
VALIDACIÓN DE CUENTA DE CORREO ELECTRÓNICO PARA ATENDER DEMANDA ANTE JUZGADO MENOR	161
COLUMAPP: UNA APLICACIÓN PARA LA DETECCIÓN DE PROBLEMAS DE COLUMNA VERTEBRAL	167
APLICACIÓN MÓVIL PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPACIOS FÍSICOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL OCCIDENTE DEL ESTADO DE HIDALGO	179
V. EDUCACIÓN EN TIC.....	189
INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LAS TIC Y EDUCACIÓN PARA LOS MEDIOS EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO	190
LA RESPONSABILIDAD SOCIAL Y EL PAPEL DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.....	199
SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO.....	206
APPLYING SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS TO ANGLE-DISTANCE VIEWS FOR DETECTION OF RELEVANT EVENTS	215
APRENDIZAJE BASADO EN INSTANCIAS PARA LA CREACIÓN DE UN MODELO PRELIMINAR DE IDENTIFICACIÓN DE VENTILACIÓN ASISTIDA EN EL SÍNDROME DE GUILLAIN-BARRÉ	224
VINCULACION Y COLABORACION: ESTRATEGIAS PARA OBTENER EGRESADOS COMPETENTES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL	233
DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE CLIMA PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	241

ANÁLISIS CUANTITATIVO DEL APROVECHAMIENTO DE LAS TIC'S EN LAS MICRO Y PEQUEÑAS EMPRESAS DEL SECTOR RESTAURANTERO DE LA ZONA CONURBADA COLIMA-VILLA DE ÁLVAREZ	250
LAS TIC, USO Y ADOPCIÓN EN LAS OAP A NIVEL GOBIERNO FEDERAL.....	259
ANÁLISIS DE DESEMPEÑO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PSP	287
EVALUACIÓN DE USABILIDAD DE UN SISTEMA DE CONTEXTUALIZACIÓN	300
COMBATIENDO LA DESERCIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS CON EL USO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN.....	308
USO DE LAS TIC COMO APOYO A LAS ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE PROGRAMACIÓN ESTRUCTURADA.....	317
B-LEARNING. APRENDIZAJE MEZCLADO PARA ECUACIONES DIFERENCIALES	327
VI. FUTURO DE LAS TIC	336
COMPARTICIÓN DE SECRETOS CON CLAVES CUÁNTICAS	337
APLICACIÓN DE LÓGICA DIFUSA PARA EL CONTROL DE LOS REZAGOS DE PRODUCCIÓN EN EL INVENTARIO DE UN ASERRADERO	346
MARKETPLACE COMO ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA COMERCIALIZAR ARTESANÍAS TABASQUEÑAS	356
LOS HÁBITOS DE USO DE INTERNET DE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS: IMPLICACIONES EN LA SEGUNDA BRECHA DIGITAL	368
RFID COMO MEJORA DE LA TRAZABILIDAD Y AUMENTO DE LA SEGURIDAD DE UN ALMACÉN DE UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ORDEN NACIONAL.....	379
VII. INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	387
REALIDAD AUMENTADA DE ÓRGANOS DEL CUERPO HUMANO E IMPRESIÓN 3D	388
ARQUITECTURA DE SOFTWARE ORIENTADA A SERVICIOS PARA REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES	400
GUÍA DE DISEÑO PARA MEJORAR LA APRENDIBILIDAD DE INDICACIONES AUDITIVAS.....	409
APLICACIÓN MÓVIL PARA CONTRIBUIR A LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CARDIOVASCULAR.....	421
VIII. INTELIGENCIA ARTIFICIAL	428
CONTROL PARA UN CONVERTIDOR CD-CD BASADO EN REDES NEURONALES	429
DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE CONTROL REMOTO A VEHÍCULO POR MEDIO DE UNA INTERFAZ CEREBRO COMPUTADORA.....	439
IX. INTELIGENCIA DE NEGOCIOS	447
IMPLEMENTACIÓN DE UNA ARQUITECTURA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIOS BASADA EN EL CUADRO DE MANDO INTEGRAL PARA UNA MIPYME: CASO RTB.....	448
INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA LA MEJORA DE PROCESOS DE GESTIÓN DE EVENTOS ACADÉMICOS. CASO DE ESTUDIO. REMINEO, A. C.	457
BASE TEÓRICA PARA CREAR UN MODELO DE CLÚSTER EMPRESARIAL ESBELTO.....	464
PROYECTO PARA LA OBTENCIÓN DE INDICADORES DE LOS SERVICIOS TECNOLÓGICOS QUE OFRECE LA DTIC EN EL SISTEMA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO DE SOLICITUDES DE SERVICIO (SCSSS). POR MEDIO DE CUADROS DE MANDO EN QUICKVIEW	475
X. INTERNET DE LAS COSAS	483
IMPLEMENTACIÓN DE TABLAS NOSQL EN EL ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN PARA INTERNET DE LAS COSAS	484
REDUCIENDO TIEMPO Y COSTO EN DESARROLLO DE APLICACIONES WEB CON DELTA GRID MVC	493
IMIND, PLATAFORMA BASADA EN INTERNET DE LOS VEHÍCULOS PARA DETECCIÓN DE SITUACIONES DE RIESGO VIAL	501
LAS REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES Y SU EVOLUCIÓN HACIA EL INTERNET DE LAS COSAS	510
XI. MATEMÁTICAS COMPUTACIONALES	519
OPTIMIZACIÓN NUMÉRICA CON RESTRICCIONES USANDO EL ALGORITMO BASADO EN EL FORRAJE DE BACTERIAS NORMALIZADO	520
ANÁLISIS DE GASTO ENERGÉTICO DE UN CIRCUITO RC USANDO IMPLEMENTACIÓN NUMÉRICA.....	529
CONTEO DE CONJUNTOS INDEPENDIENTES EN COMPUESTOS QUÍMICOS.....	539
XII. MINERÍA DE DATOS	547

IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS Y LÓGICA DIFUSA PARA UNA PLATAFORMA WEB QUE MIDE LA SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES, UTILIZANDO HERRAMIENTAS LIBRES	548
MINERÍA DE DATOS EDUCACIONAL EN LA IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE DESERCIÓN ESCOLAR A NIVEL MEDIO SUPERIOR	556
XIII. SISTEMAS DE INFORMACIÓN.....	566
PROCESAMIENTO DE CONSULTAS EN BASES DE DATOS DISTRIBUIDAS EN LA ENSEÑANZA	567
SISTEMA DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL COLOR DE OBJETOS CON INDICACIÓN VERBAL DE RESULTADO	575
SISTEMA DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DEL COLOR DE OBJETOS CON INDICACIÓN VERBAL DE RESULTADO	585
XIV. SIMPOSIO DE POSGRADO.....	593
SEGUIMIENTO Y MONITOREO EN TIEMPO REAL DE PERSONAS CON ALZHEIMER PARA PRESERVAR SU CALIDAD DE VIDA	594
DETECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE ENFERMEDADES DE HUNTINGTON Y ATAXIA ESPINOCEREBELOS, MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LA MARCHA CON SENSORES DE MOVIMIENTO.	610
COMPARATIVE BETWEEN RGB AND HSV COLOR REPRESENTATIONS FOR COLOR SEGMENTATION WHEN IT IS APPLIED WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND EVOLUTIONARY ALGORITHMS	620
ADOPCIÓN DIGITAL EN LAS ESCUELAS QUE DAN CURSOS DE INGRESO A NIVEL MEDIO SUPERIOR	639
MEDICIÓN, VALIDACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE NIVELES DE CONCIENCIA CEREBRAL EN INDIVIDUOS A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO PORTÁTIL BRAIN COMPUTER INTERFACE (BCI) DE BAJO COSTO	649
DESARROLLO DE APLICACIONES MÓVILES PARA NIÑOS CON PROBLEMAS DE APRENDIZAJE LEVE EN MATEMÁTICAS BÁSICAS	657
ALGORITMOS DE FUSIÓN DE DATOS PARA LA CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ENFERMOS CON HUNTINGTON Y ATAXIAS CON SENSORES DE MOVIMIENTO.....	667
GUÍA DE DISEÑO PARA MEJORAR LA APRENDIBILIDAD DE INDICACIONES AUDITIVAS.....	672
APP MÓVIL PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES PSICOMOTRICES MEDIANTE EL USO DE TÉCNICAS DE GAMIFICACIÓN...	683
MEJORA DEL APRENDIZAJE MEDIANTE LA CLASIFICACIÓN DE RECURSOS EDUCATIVOS HACIENDO USO DEL SISTEMA SICRE...	692

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

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

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

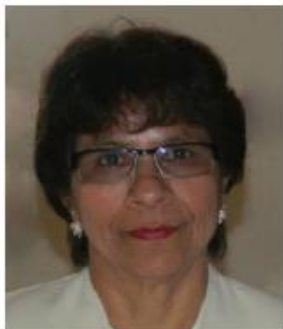
Introducción

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

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

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

Semblanza de los Editores



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



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



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

AGRADECIMIENTOS

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

IMPRESIÓN:

GRUPO ALFA-OMEGA EDITOR

DERECHOS RESERVADOS:

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

698 páginas, Avances en las Tecnologías de la Información

ISBN:

978-607-622-834-0

Comité Revisor

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

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

I. Alternativas tecnológicas de enseñanza

Write Helper: Serious Game for Pre-school Children in Learning Write

Human computer interaction

Laura P. Ramírez Rivera and Moises Zarate Reyes¹

¹ Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez
Av. Tec. s/n Puebla, Mexico
lramirez@itstepexi.edu.mx

Abstract. This paper tries to explain a particular case of serious game applied for pre-school children in learning to write. We show some main aspects of the design using game design patterns, specifically pedagogical patterns. This proposes focusing on the use of 3D graphics to build the game. Particularly with a ray tracing technique. We use the background that involves the game design to provide a serious game to help the children in building words, letter by letter.

Author Keywords

Game design patterns, learning function, pedagogical patterns, serious games.

1 Introduction

Learning is frequently seen as an awkward activity. This problem becomes worse in technology and science topics, since they are often perceived as cold and difficult subjects to learn. On the other hand, playing is considered funny and engaging, which gives motives to people to do it voluntarily. In terms of interactivity, players prefer “click-&play” and “drag-&drop” over “draw lines”, probably because of the quick pace nature of the mini games [1]. Nowadays students are digital natives, who have grown up in a world where interactive digital media (e.g. computers, the internet, mobile phones or computer games) have always existed. In this sense, games connect to students’ life, interests, as well as new ways of thinking and processing information [2]. In addition the inclusion of ICT in education has experienced remarkable growth in recent years, making use of video games as a first class option for generating meaningful learning experiences. Serious games are used in various areas such as medicine, military and educational institutes like schools and universities for further training. Before serious games became popular, e-learning applications and other learning software were used with more or less success. Compared to e-learning software, serious games combine the primary goal of education with a (high) fun factor [3].

Many authors argued that conventional learning is outdated and the modern way of learning is through a real gameplay so that student will learn while having fun. Since computer games are abundant in terms of types, objectives, and effects, Zyda used serious games term to define games which provide a mental contest and are played with a computer in accordance with specific rules. The preparation of manuscripts which are to be reproduced by photo-offset requires special care. Papers submitted in a technically unsuitable form will be returned for retyping, or canceled if the volume cannot otherwise be finished on time. He argues that serious games have more than just story, art, and software. It is the addition of pedagogy (activities that educate or instruct, thereby imparting knowledge or skill) that makes games serious. Zyda defined to index games according to the markets “markets” which use them (i.e. the kind of people who play them). His classification define Serious Games into five domains: Healthcare, Public policy, Strategic Communication, Defense and Training & Education. The game that we are describing is Training & Education domain [4]. In addition a serious game have further been used as a form of support that enables children to improve reading and writing skills and motivates them to learn. A particular need in children relates to learning difficulties in the area of literacy, so that I can provide support to teachers as an educational tool in passing on the skills of writing to child and adapt itself to the characteristics of children. This paper presents a serious game in learning writing that can be used over smartphone and tablets, where requires their implementation with frameworks as Unity or game-maker. This framework provides resources to convert the game in many platforms as Android. The objective pedagogical of game is helping the child to understand how put the letters for building a well-formed word. In addition we proposal a set of patterns pedagogical and design that were taken in account in the serious game design.

2 State of the Art

Serious games can be a motivating way to teach to children in the learning to write. A key element in games is the level of interaction among with the child. A serious game in use context pedagogical includes two scenarios, pedagogical and fun. Therefore, in the design of educational games the main challenge is to find the right balance between gaming and learning aspect. The game design take in account a set of factors, like: learning strategies, user profile, motivation strategies, educational framework and design patterns, among others [5]. During the design steps teams developing serious games face a major and recurrent problem, which consist in combining fun and learning in the game. In addition a game to an audience target like children are different than an adult, where it's includes design aspects and game mechanics that must be considered. Game studies [6] describe an academic discipline, which concentrates, on the critical study of games. It is a multi- areas, such as: psychology, sociology, arts, but also computer science, communication and media studies.

Through game design, teachers developed innovative and interactive learning resources, based on different types of media, which allowed for the achievement of their pedagogical objectives and matched the curriculum requirements. These resources were also found to connect to students' interests and environment, prompt their engagement and immersion foster self-learning, help them to make connections, as well as provide safe and trustful classroom environments [7].

2.1 Game Design with Patterns

The game design is important to identify patterns with goal that can server to orient designers, teachers, developer, among others, in the game design. 3D game design involves many design choices in regards to color, size, motion and composition [8]. In the game development we identified some patterns based in game balancing, visual attention, motivation and learning. In game balancing integrates the level of difficulty, which can be related with the learning level and where players exhibit different learning curves [9]. Learning occurs at different rates due to expertise and self-belief of performance capabilities, called self-efficacy [10]. In Visual attention involves the visual information processing, where it includes elements that can affect the design, like: size, color, shape and motion. The design implication is to use clear features with distinct processing channel, which it's must establish a feedback constant by each action when the user interacting with game. Also, it's considered the Gestalt psychology [11] to call visual attention to the user when he looks an interface that will allow guiding his visual exploration and to rank elements over others. Therefore, visual attributes, as color, size, shape and orientation have greater potential to attract user's attention, those can integrate as game attributes and that we take in account to the proposal of game. By another side, motivation refers to the initiation, the intensity and the persistence of behavior, where involves a set of aspects that are important consider in the game mechanics, such as: challenges, control, rewards and feedback. The challenge is related with the level difficulty in the game, which it indicates that not all users have a same learning level and when there is a high degree in difficult in the game the child may become frustrated because his learning curve is lower compare with the game goal and will present effects negatives. In another side, the game control implicate that the child can manipulate certain actions during the game, having control in move elements of the game. While rewards is related with the child progress, because by each response correct it obtain a reward and it will help to the child be more motivated in finish the activity. Gagné [12] has involved in applying concepts of instructional theory to the design of computer-based learning where it includes the feedback as a way to communicate what action has been done or not, showing on the learner's performance. Finally, learning patterns involve pedagogical activities into game, those are comparison and repetition. These patterns let make comparisons in searching for similarities and differences that permit the formation of higher-order relationships characteristic of understanding Kolb's [13] concept of reflective observation Information related game design patterns.

3 Experimental Results

The 3D model letters were made in PovRay. PovRay was made with ray tracing. Ray tracing is one of the most elegant techniques in computer graphics. Many phenomena that are difficult or impossible with other techniques are simple with ray tracing, including shadows, reflections, and refracted light. Ray directions, however, have been determined precisely, and this has limited the capabilities of ray tracing. The main idea of these models to create a funny letter model. The colors were selected from the brightness with hard colors. We show one model of the letter “a” (**Fig. 1.**), we made all the letters of the Spanish alphabet, the same letter but without colors is used like enable letter. This letter is used as a clue to show how the game propose the word construction.

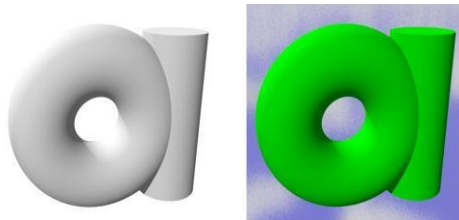


Fig. 1. Letter “a” build with Povray at the left letter disable, at the right letter able.

3.1 Display Size

The kind of display used for showing the game is highly related to the usability of it. This relationship involves the time that the child spends playing the game. The child has to be interested in the game and the display size has to be calculated taken care in the happiness generated by the user (child) putting the letter in the correct area assigned for it. Using other kind of similar games and testing with children from 3 to 4 years old, changing the kind of device used smart phone, tablet and computer desktop. The child uses the same game with touch screen interaction. Now will be described the results for the three devices. The smart phone is used for the user with naturally and the user wants to play with the game. The user moves the finger in the small area and do not have problems to change the object position, the user relaxes but then for a short time left the game. The computer desktop with a 32-inch with an approximate resolution of 1366 x 768 or more. This kind of display is used but generated problems with the size of the screen. The kids can not touch the objects of the game naturally and is uncomfortable for their.

3.2 Pedagogical Patterns

The game works for showing some letters with rounding moving. These letters are the necessary to build a word. The first stage begins with a short word. This stage will be completed when the child writes 5 short words, then the size of the word will be increased in 2 letters (see **Fig. 2**).

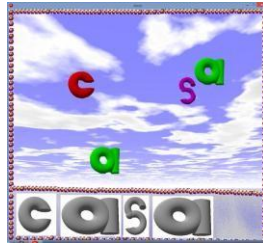


Fig. 2. Interface of the first stage with the letters model design able and enable.

In the stages the child can touch the letter and move it into the box assigned. When the letter is put in the correct order the kid hears a sound of claps, if the child makes a mistake then he hears a sound of “no”. In the field of education adopted an approach which defines games according to key-characteristics. The more of these characteristics activity exhibits, the more game-like it is considered to be:

Competition: The game could be used into the school with a group of kids or into the home with the kid alone. In the preschooler age is notable the form that the kids use the competitively for arrives first or for uses the game’s first. This attitude could be used to achieve a write competition for who can write first.

Challenge: The write helper provides steps to achieve join the letters to form a well formed word. The difficulty increases with the size of the word because there is more letter to put into the spaces. Another difficulty is the time provide to build the word. The game has a play for training and play with timer mode.

Exploration: The project contemplates especially objects located into the bounding of the screen that can be used like steps to recognize the word to build.

Fantasy: The especially objects placed on the boundary are like smart stars that helps the kid when he needs the help. Its objects could be starts with similar words and sounds that help the kids to remember the next letter to write.

Interaction: The feedback used into the game works with sound and change of colors when the letter is put in correct or wrong form.

4 Conclusions

The serious games are an important educational resource that can be used to help with the pre-school learners write. We focus our approach, taking care of a child that have problems, learning the basic vocabulary. In the future if we achieve work with the pre-scholar, teacher we could be applied these kind of games on the secretary of public education.

References

- [1] Ulicsak, M., & Williamson, B. (2011). Computer games and learning: A handbook. London, UK: Futurelab.
- [2] Danu Pranantha, Francesco Bellotti, Riccardo Berta, Alessandro De Gloria, A Format of Serious Games for Higher Technology Education Topics. A Case Study in a Digital Electronic System Course, 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, 978-0-7695-4702-2/12, 2012 IEEE, DOI 10.1109/ICALT.2012.52.
- [3] Tan P. (2009). From Serious Games to Serious Gaming. In Ritterfeld U., & Cody M., & Vorderer P. (Eds.), Serious Games: Mechanisms and Effects, USA, Routledge.
- [4] Zyda, M. (2005). From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. Computer, 38(9), 25-32.
- [5] Kelle, S., Klemke, R. and Specht, M. (2011) 'Design patterns for learning games', Int. J. Technology Enhanced Learning, Vol. 3, No. 6, pp.555–569.
- [6] Frédérique Frossard, Aquesta, Fostering teachers' creativity through the creation of GBL scenarios, Tesis doctoral, Facultad de Pedagogía, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Programa de Doctorado Educación y Sociedad, Barcelona, 2013.
- [7] Whitton, N. (2010). Learning with digital games: A practical guide to engaging students in higher education. New York, NY: Abingdon, Routledge.
- [8] Bjork, S., & Holopainen, J., (2005). Patterns in Game Design. USA, Charles River Media.
- [9] Desurvire, H. and Wiberg C. (2010). User Experience Design for Inexperienced Gamers: GAP- Game Approachability Principles. Evaluating User Experiences in Games. Springer- Verlag.
- [10] Klimmt, C and Hartmann, T. (2006). Effectance, self-efficacy, and the motivation to play video games. Playing video games: motives, responses, and consequences. P. Vorderer and J Bryant, eds. Lawrence Erlbaum Associates. 132-145.
- [11] Wertheimer, M. (1923). Untersuchen zur lehren von der Gestalt [Laws of Organization in Perceptual Forms]. Psychologische Forschung [Psychological Research], 4.1, 301-350.
- [12] Gagné, R.M. (1965) The Conditions of Learning, Holt, Rinehart and Winston, Austin, TX.
- [13] Kolb, D.A. (1984) Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development, Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ.

Transmisión de datos electromédicos usando radios UHF/VHF

Abraham Jair López Villalvazo ¹

¹ Centro Universitario del Sur- Universidad de Guadalajara
Av. Enrique Arreola Silva 388, Ciudad Guzmán, Jalisco, 49000. México
abraham@cusur.udg.mx

Abstract. En una situación emergencia, generalmente un paramédico puede estabilizar a una persona, pero si se requiere la intervención de un médico, la comunicación del estado del paciente, concretamente sus signos vitales son de gran importancia para poder determinar la condición del paciente así como del tratamiento inmediato que se deberá aplicar para estabilizar al paciente.

En el CUSur se cuentan con equipos de medición de estos signos, que se transportan en los vehículos de emergencias, pero este equipamiento no tiene forma de transmitir a la base de operaciones dichas lecturas. También se cuenta con equipo de radiocomunicación que se utiliza para mantener comunicados los vehículos con la estación base.

Este proyecto pretende aprovechar el sistema de radiocomunicación para la transmisión de datos electromédicos en tiempo real hacia la estación base donde se podrán analizar para generar y luego transmitir por este mismo medio una respuesta para la atención del paciente.

Palabras clave: Radio de dos vías, UHF, VHF, transmisión de datos, redes de sensores.

Introducción

Existen muchas tecnologías de transmisión actualmente que se pueden implementar casi en cualquier situación. En algunos casos, ésta tecnología resolvería el problema de manera exacta, pero las circunstancias económicas, sociales o incluso geográficas lo impiden.

El caso específico del Centro Universitario del Sur plantea el siguiente problema: en las ambulancias se llevan equipos de monitoreo de pacientes que son utilizados para observar a los pacientes en las emergencias atendidas; generalmente los paramédicos o

los especialistas de primera atención pueden utilizarlos para estabilizar a los pacientes. En algunos casos, las condiciones del paciente pueden salir del conocimiento de los paramédicos, por lo que es necesario comunicarle a un médico en la base las mediciones que arrojan los aparatos. Ésta comunicación se hace verbalmente a través de radios de dos vías, pero sólo se comunican los estados actuales, no es muy fácil comunicar un histórico o la evolución que ha tenido el paciente desde el primer contacto.

Existen muchas soluciones implementables; obtener los datos en un archivo que después pueda ser enviado por la red celular, transmitir video de las mediciones mediante una sesión de videoconferencia entre otras, y todas requerirían una conexión a Internet vía celular o satelital. Esto mismo implica costos que no se pueden solventar, dados los contratos de conectividad y la adquisición de nuevo equipamiento.

El presente trabajo propone el diseño de un dispositivo interfaz que obtenga los datos de los instrumentos de medición y utilice los radios de dos vías con que están equipados los paramédicos para enviarlos a la base donde serán recogidos por un dispositivo similar y serán entregados a una computadora para su visualización.

Trabajos Relacionados.

La transmisión de datos en las bandas de UHF y VHF no ha sido muy utilizada, debido a que el ancho de banda disponible no es muy grande. Sin embargo con la adición de conectividad a diversas clases de sensores y con el creciente uso de las redes de sensores, el internet de las cosas supone una buena opción para éste propósito. Cadman *et al* [2] desarrollaron un dispositivo microcontrolador que utiliza radios en estas bandas, logrando transmisiones de hasta 1,300 bps y controlando los errores con un protocolo ARQ muy simple. Benelli y Fantacci [2] propusieron el diseño de otro dispositivo para transmisión de voz y datos en enlaces VHF. Usando modulación en amplitud para la transmisión de voz y modulación en fase para la transmisión de datos entre una estación base y una aeronave lograron hasta 1,200 bps. En estos dos casos se enfocaron en el diseño de la capa física.

Se ha explorado también la posibilidad de utilizar los radios ya existentes para la transmisión de datos. Feijóo *et al* [4] utilizan la radio de banda VHF con que se equipan comúnmente las flotas de camiones para transmitir datos de un GPS hacia un sistema central, así tener un control de las posiciones de todos los camiones de la flota. Toman en cuenta el tamaño del paquete de acuerdo a la probabilidad de error en el canal.

Metodología utilizada

El desarrollo consta de dos dispositivos, uno en la parte del transmisor haciendo interfaz entre el dispositivo de monitoreo de los pacientes (Physio Control Lifepac 15 que entrega datos de un electrocardiógrafo, saturación de oxígeno, de CO₂, presión arterial y la temperatura) con un radio de dos vías que opera en la banda UHF-VHF.

En la figura 1 se muestra el diseño básico de este dispositivo. Recibe los datos, que se toman como un bloque completo dividen en segmentos de tamaño definido, que corresponde al tamaño del campo de datos de la trama (ver Fig. 2). Al iniciar la transmisión, el tamaño del campo de datos se toma como el ideal, donde la tasa de error de bit (*bit error rate* BER) es igual a 10^{-6} . Posteriormente, el tamaño de la trama se ajusta de acuerdo con las condiciones de la capa física. Estas condiciones incluyen el ancho de banda disponible y la tasa de error de bits. En la gráfica 1 se muestra la variación del tamaño del paquete con respecto el BER.

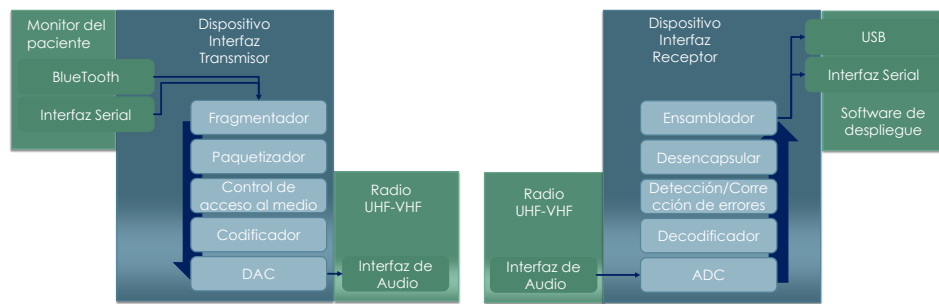
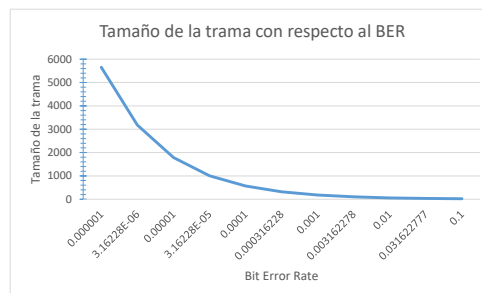


Fig. 1.a. Diseño del dispositivo interfaz transmisor

Fig. 1.b. Diseño del dispositivo interfaz recepto

La figura 1.b muestra el diseño del receptor, que funciona de manera similar al transmisor, pero en sentido inverso.



Gráfica 1. Tamaño de la trama con respecto al BER

Posteriormente se agrega un encabezado que contiene tres campos: Tipo de trama (el cual puede ser de datos, ACK y de solicitud o informe de estado del canal), ID del transmisor, y un campo de control de la transmisión, con dos sub campos: un identificador del flujo y un número de secuencia de las tramas de dicho flujo. Esto permitirá ensamblar de manera adecuada la información en la estación de recepción. Al principio y al final se agregan campos delimitadores que consisten en secuencias definidas como 01111110, que indican inicio y fin de cada trama (Ver Fig. 2).

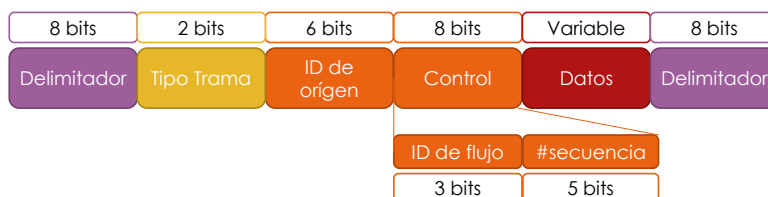


Fig. 2. Formato de la trama de datos.

Se consideró el diseño flexible y la caracterización del canal para que el dispositivo propuesto se pueda utilizar tanto con los radios de dos vías disponibles en el CUSur y con cualquier otro que se tenga disponible, que proporcione distintos anchos de banda, tolerancia a fallos y frecuencias.

Se requiere definir un control de acceso al medio (MAC), debido a que no es un canal exclusivo para datos (Ver Fig. 3 y 4). En primera instancia se sensa el medio para verificar que esté libre, si no lo está espera un tiempo aleatorio y vuelve a intentar. Cuando el medio está listo, se transmite una trama en una frecuencia audible para que los usuarios de los radios, incluso en la base se enteren de la transmisión de datos. Posteriormente se inicia con la transmisión de las tramas de datos. El protocolo ARQ responderá con una trama ACK por un grupo de tramas, indicando con un 0 que todas fueron recibidas correctamente o con el número de flujo y de secuencia de las tramas que no se recibieron correctamente.

Una vez que se finalice la transmisión de tramas de datos, se transmitirá una trama en frecuencias audibles para informar a los usuarios que la transmisión de datos se finalizó.

Cada 10 segundos, el transmisor enviará una solicitud de actualización del estado del canal y el receptor enviará el BER con lo que se actualizará el tamaño de la trama. Éste procedimiento (aunque reduce un poco el rendimiento total) permite que se reduzca la probabilidad de errores cuando el BER incrementa, y aprovechar más el canal cuando éste disminuye.

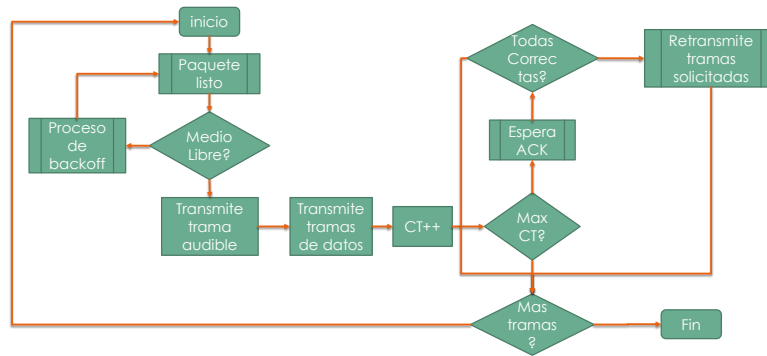


Fig. 3. Protocolo MAC (transmisión)

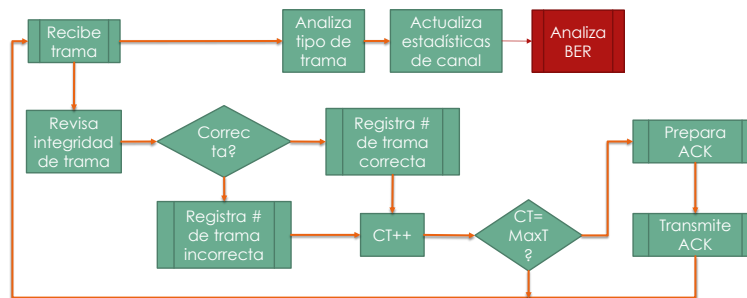


Fig. 4. Protocolo MAC (recepción)

Los radios de dos vías que se utilizan en el desarrollo de esta investigación transmiten de manera analógica utilizando una modulación FM. Utilizan la banda VHF (136-174 MHz) y UHF (450/520 MHz) con varios canales (varía dependiendo del modelo) de 12 y 25 KHz.

Teniendo en cuenta los datos anteriores y utilizando el teorema de Shannon-Hartley [1] se deduce el número máximo de niveles de voltaje para la codificación así como la capacidad del canal (Ecuación. 1).

$$C = 2 \Delta f \log_2(1 + S/N)^{1/2} \quad (1)$$

Donde C es la capacidad del canal, Δf el ancho de banda en Hz, S/N la relación señal-ruido del canal; así mismo, el término entre paréntesis da el número máximo de estados de la señal, así utilizando el S/N típico de éstos canales se tiene:

$$C = 2 * 25000 * \log_2(1 + 45)^{1/2}$$

$$C = 138,089.05 \sim 138Kbps$$

Y el número máximo de niveles de la señal (Nmax ecuación 2):

$$N_{max} = \left(1 + \frac{S}{N}\right)^{1/2} \quad (2)$$

$$N_{max} = 6.78 \sim 7$$

Resumiendo esta parte, se tiene disponible una velocidad de transmisión teórica de 138 Kbps y la señal del convertidor analógico digital utilizará 7 niveles de señal.

Dado que el dispositivo monitor que genera los datos electromédicos puede almacenar los datos en la memoria interna, genera archivos con un promedio de 25MB; asumiendo que se tendrá un ancho de banda de 138Kbps, un archivo con éste tamaño tardaría aproximadamente 6 minutos. Esto implica que la comunicación por voz se interrumpiría un período de tiempo aceptable.

Si se presenta un caso en el que se requiera una comunicación de datos y también de voz, el dispositivo monitor permite la transmisión de los datos ‘en vivo’ que los entrega por un puerto serial; los 138Kbps son suficientes para recibir los datos de dicho puerto. Se podrá interrumpir la transmisión en cualquier momento para habilitar la comunicación por voz.

En general, los canales inalámbricos son muy susceptibles a fallos por su naturaleza desprotegida; por esta razón, se implementarán dos mecanismos para asegurar la correcta recepción, el primero ya mencionado, un protocolo ARQ que permite la retransmisión de tramas con errores, además un analizador del estado del canal que cambia el tamaño de la trama para reducir la probabilidad de errores y en tercer lugar, un codificador que permite encontrar y tratar de corregir algunos errores.

El codificador es tipo convolucional sencillo con dos funciones generadoras $G1(x)=1+x^2$ y $G2(x)=1+x^1+x^2$ que enviará la información con bits redundantes que permitirá al receptor detectar e intentar corregir algunos errores que puedan ocurrir. Se utiliza ésta técnica para evitar lo más posible las retransmisiones del protocolo ARQ, aumentando la efectividad de la transmisión y el rendimiento del canal de comunicaciones.

Resultados

La implementación de los dispositivos de interfaz está en proceso utilizando microcontroladores PIC 18F4550 con una interfaz USB y Bluetooth. Adicional, se colocarán DAC y ADC que conectarán directamente con la entrada del micrófono y la

salida de audio de los radios. Se pretende que en un mes se puedan hacer las primeras pruebas con el equipo real y se comience con el desarrollo del sistema de visualización.

Conclusiones.

El presente desarrollo presenta el diseño de un dispositivo que permitirá transmitir datos de un equipo médico usando los radios de dos vías en las bandas de UHF y VHF. A pesar de ser un medio con poco ancho de banda, la transmisión de datos de sensores no tiene grandes requerimientos.

El diseño cuida tanto el consumo de ancho de banda como la posibilidad de ocurrencia de errores, ajustando, en primera instancia el tamaño de la trama enviada de acuerdo a las condiciones del canal, y en segunda instancia, usando un protocolo ARQ que permite la verificación de la correcta recepción de las tramas combinado con una codificación convolucional para evitar al máximo el uso de las retransmisiones mediante la corrección proactiva de errores.

Un dispositivo de ésta naturaleza permitirá que se puedan transmitir datos de sensores en diversas áreas además de la ya mencionada, por ejemplo, la posición GPS de vehículos de emergencia o de flotas de camiones. La adaptación del dispositivo propuesto a un radio de, por ejemplo 433 o 900 MHz comercial no es complicado pudiéndose utilizarlo en redes de sensores remotas como las de vigilancia de cultivos o incendios forestales.

Referencias

- [1] Castro Lechtaler, Antonio. Comunicaciones, una introducción a las redes digitales de transmisión de datos y señales isócronas. Ed. Alfaomega, Buenos Aires, Argentina, 2013
- [2] P.J. Cadman, R.L. Brewster, Data transmission over VHF and UHF land mobile radio channels, IEEE Proceedings vol, 130, octubre 1983
- [3] G. Benelli, R. Fantacci. An integrated voice-data communications system for VHF links. IEEE transactions on communications. Vol. 31 no. 12, diciembre 1983
- [4] C. Freijó, J. Ramos, F. Pérez. A system for fleet management using differential GPS and VHF data transmission mobile networks. IEEE, IEE Vehicle and information systems conference, Ottawa, 1993

Aplicación Web de revista digital con Biblioteca multimedia integrada usando tecnologías de Web semántica

Rubén Peredo Valderrama ¹ Iván Peredo Valderrama ²

¹ Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Av. Juan de Dios Bátiz S/N esquina con Miguel Othón de Mendizábal, México, D.F., 07738. México

rperedo@ipn.mx

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

ivan.peredo@upq.edu.mx

Resumen. La Web como la conocemos está entrando en una nueva fase de evolución, la denominación de esta nueva etapa de la Web ha ocasionado fuertes debates, pero ha sido ampliamente aceptada con la denominación de Web 3.0, esta promete sistemas innovadores para el procesamiento automático de grandes cantidades de datos. La primera fase de la Web denominada Web/Web 1.0 estuvo enfocada en la construcción de la infraestructura y los protocolos, principalmente HTTP. La segunda fase de la Web fue aceptada como Web 2.0, las denominadas redes sociales, pero esta no tiene una definición ampliamente aceptada, se basa en dos ideas fundamentales: la colaboración y la compartición de la información. La última fase de la Web se denomina Web 3.0 que muchos denominan como la Web inteligente, conjuntando tecnologías de Web semántica e inteligencia artificial, destacando en esta fase el procesamiento automático de grandes cantidades de información para proporcionar a los usuarios experiencias más productivas e intuitivas. La propuesta presenta un desarrollo de una revista digital con una biblioteca multimedia integran usando tecnologías Web 3.0, con bases de conocimientos basada en una ontología, y frameworks de fuente abierta, con el objetivo de proporcionar a los usuarios experiencias más productivas e intuitivas, y posibilitando un procesamiento automático de grandes cantidades de información.

Palabras clave: Revista digital, Biblioteca, Multimedia, Web 3.0, ontología y bases de conocimiento.

1 Introducción

La Web (*World Wide Web*, WWW por sus siglas en inglés) es uno de los mayores avances tecnológicos y sociales de finales del siglo XX y principios del siglo XXI, que utiliza la infraestructura de la Internet, donde el navegador Web juega un papel fundamental, al proporcionar un ambiente con una Interfaz de Usuario Gráfica (*Graphical User Interface*, GUI por sus siglas en inglés) avanzada, permitiendo la presentación de contenidos multimedia a los usuarios, convirtiendo a la Web y su Protocolo de Transferencia de Hiper Texto (*Hyper Text Transport Protocol*, HTTP por

sus siglas en inglés), es el servicio más extendido que utiliza la infraestructura de la Internet. La Web 1.0 se enfocó en el desarrollo de la infraestructura y el protocolo HTTP. A la segunda fase de la evolución de la Web se le ha denominado de forma ampliamente aceptada como Web 2.0, orientada en las llamadas redes sociales, la Web 2.0 se basa en dos principios fundamentales: colaboración y compartición de la información. El modelo de la Web 2.0 respecto a la Web 1.0 no tuvo cambios significativos al protocolo HTTP, las actualizaciones necesarias estaban consideradas por el propio Tim Berners-Lee desde la Web 1.0, pero no se pudieron implementar en su momento [1].

La Web actualmente está entrando en su tercera fase de evolución reconocida ampliamente con cualquiera de los siguientes nombres: Web 3.0/Web semántica/Web inteligente, lo que permitirá construir sistemas innovadores para el procesamiento automático de grandes cantidades de datos. La Web 3.0 también conocida como la Web inteligente, vinculando la Inteligencia Artificial (*Artificial intelligence*, AI por sus siglas en inglés) y la Web semántica, sobresaliendo en esta nueva evolución el procesamiento automático de grandes cantidades de información para proporcionar a los usuarios experiencias más productivas e intuitivas.

Desarrollar aplicaciones para Web es un desafío doble para los desarrolladores, esto es debido a la arquitectura Cliente / Servidor, el desarrollo tienen que separarse en dos partes, lado del cliente y servidor. El cliente es el navegador Web, donde el desarrollo de contenidos implica un reto importante, para desplegar los contenidos de manera consistente en diferentes navegadores Web, debido a que las tecnologías Web se hallan en un invariable cambio, además que las implementaciones de los estándares Web varían dependiendo del navegador Web usado. El servidor enfrenta muchos desafíos por resolver. Los Patrones de Diseño de Software (PDS) son soluciones probadas, con conocimientos embebidos expertos en el área, la utilización de PDS en los proyectos en términos generales posibilita un mejor manejo del cambios a lo largo de la vida del proyecto, y maximiza la reutilización de las partes del proyecto, los PDS son muy útiles en áreas en donde los requerimientos del software cambian invariablemente, permitiéndonos obtener software más profesionales. Uno de los principales patrones de diseño de software es el patrón Modelo-Vista-Controlador (*Model-View-Controller*, MVC por sus siglas en inglés), es un patrón que denominan como compuesto, ya que puede integrar otros patrones dentro del mismo, el patrón tiene dos ventajas fundamentales y son: maximizar la reutilización de las partes del proyecto, y facilita el mantenimiento del proyecto a lo largo de su vida.

La capa de persistencia es una parte clave en las aplicaciones Web, ya que almacena en la mayoría de los casos el modelo de los sistemas de software, debido a esto las bases de datos tienen un papel clave. El modelo de la Web 3.0 ha incorporado además bases de conocimiento a la capa de persistencia de las aplicaciones, teniendo múltiples diferencias respecto a las bases de datos, siendo la más destacada que las bases de conocimientos están basadas en ontologías, posibilitando agregar semántica a las

aplicaciones, permitiendo a las computadoras procesar de manera automática datos, lo que permite desarrollar sistemas innovadores. Un punto clave de la utilización bases de conocimiento en los sistemas de software, es el desacoplamiento del modelo de conocimientos de la aplicación misma, lo que posibilita la portabilidad de la misma a otras aplicaciones, lo cual es clave en el modelo de la Web 3.0, permitiendo maximizar la compartición del modelo de conocimientos de la aplicación.

2 Estado del Arte

La Web Semántica es en términos generales una extensión de la Web 1.0 y 2.0, donde la semántica juega un rol fundamental, al agregar significado a los datos, lo que permite a las computadoras procesamiento automático, los metadatos juegan un papel principal en la Web semántica, los metadatos en términos generales son datos describiendo datos, las ontologías utilizan los metadatos para modelar conocimiento, el modelado de conocimientos de la aplicación permite a las computadoras procesamiento de datos de manera automática, por medio de un motor de inferencias.

El modelo de conocimiento en el nuevo paradigma de la Web 3.0 es fundamental, la representación del modelo de conocimientos tiene las siguientes opciones: Lenguaje de Ontología Web (*Web Ontology Language*, OWL por sus siglas en inglés) [2] y Marco de Trabajo de Descripción de Recurso (*Resource Description Framework*, RDF por sus siglas en inglés) [3]. La presente propuesta utiliza RDF para el modelado de los metadatos, ya que es un estándar flexible de metadatos, además de ser aceptado por el Consorcio de la Telaraña Amplia Mundial (*World Wide Web Consortium*, W3C por sus siglas en inglés). RDF modela declaraciones llamadas triples, estos tienen una organización simple definida por tres partes: sujeto, predicado y objeto, los cuales modelan los metadatos de la propuesta para los recursos. RDF fue desarrollado por el W3C para la compartición y procesamiento de la información para su utilización de diferentes formas útiles, posibilita la compartición e intercambiar datos debido a su estructura simple. Los triples modelan información independiente y auto contenido. La persistencia por medio de la serialización permite crear archivos RDF específicos para la compartición, lo que permite transformar un modelo abstracto a un modelo concreto, con un formato concreto.

Las ontologías juegan un papel clave en el modelo Web 3.0, la cual es una especificación de un dominio del conocimiento, estas organizan la información del dominio de conocimientos. Los datos de las aplicaciones semánticas se transforman en declaraciones de información específica con significado. El motor de inferencias permite recuperar los datos y hacer inferencias de los datos de la aplicación semántica. Hay diferentes frameworks de trabajo para Web semántica, estas herramientas facilitan la implementación de aplicaciones semánticas. Las aplicaciones de Web semántica, como mencionamos anteriormente también se denominan como aplicaciones inteligentes, ya que además de utilizar tecnologías de Web semántica, hacen uso de AI para el apoyo en la toma de decisiones.

Los metadatos son claves en el modelo Web 3.0 como ya anteriormente hemos mencionado, estos utilizan tecnologías como: OWL [2], RDF [3], RDFS [4], y. Pero se requiere de un marco de trabajo para desarrollar aplicaciones semánticas, debido a que no podemos empezar desde cero, o reinventar la rueda. Jena es un marco de trabajo de fuente abierta para desarrollar aplicaciones semánticas basado en el lenguaje de Java [5], tiene una Interfaz de Programación de Aplicaciones (Application Programming Interface, API por sus siglas en inglés) que facilita la extracción y serialización de archivos RDF, permite representar un modelo abstracto en un modelo concreto, el marco de trabajo soporta varios razonadores internos y externos, permite el manejo de amplios volúmenes de información en formato RDF de manera eficaz, cuenta con un motor de consultas basado en el Lenguaje de Consulta RDF y Protocolo SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language, SPARQL por sus siglas en inglés). Jena se desarrollo originalmente en los Laboratorio Hewlett-Packard (HP) en Bristol, Reino Unido en el año 2000. Jena ha sido usado de manera amplia en diferentes aplicaciones de Web semántica. En el año de 2009 HP decidió separarse del desarrollo directo de Jena [6], siendo posteriormente adoptado por la Apache Software Foundation en noviembre de 2010 [7].

La presente propuesta surge del proyecto denominado: "Prototipo de revista digital para temas de informática educativa", desarrollado durante los años 2014 y 2015 en la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) con claves SIP 2014: 20140382 y SIP 2015: 20150293, dentro del proyecto Multidisciplinario 1665 surge la necesidad de un Módulo para la creación de un Prototipo de un sistema de publicación Digital innovadora, debido a que la producción de la información científica ha ido creciendo de manera vertiginosa, a la par de los nuevos descubrimientos científicos y los desarrollos tecnológicos. El conocimiento de los últimos avances de la ciencia y la tecnología, se logra a través de la difusión del uso adecuado de los diferentes medios de los contenidos, y el acceso a la información publicada para favorecer la difusión de sus contenidos. La Internet y la Web en particular es una herramienta informativa, que tiene actualmente un gran número de usuarios, y que año con año crecen, por lo cual se requiere de una aplicación Web innovadora para las publicaciones del proyecto Multidisciplinario, basada en el modelo de la Web y la Internet para la difusión de los contenidos del grupo de trabajo.

Debido a lo anteriormente expuesto se procedió a realizar una investigación referente a revistas digitales nacionales e internacionales, algunas de las revistas investigadas fueron las siguientes: Revista Digital Universitaria [8], Revista CIENCIA UANL [9],

Revista CONTACTOS [10], Revista CONVERSUS [11], Revista Ingeniería Mecánica, Tecnología y Desarrollo [12], Computación y Sistemas [13], y Expert Systems with Applications [14].

3 Metodología usada

Una vez revisado las revistas y sus procesos de publicación se procedió a realizar su análisis y diseño de la misma basado en el Lenguaje de Modelado Unificado (Unified Modeling Language, UML por sus siglas en inglés), resultado del análisis y diseño realizado se obtuvo una propuesta de solución de una aplicación Web innovadora basada en tecnologías de Web semántica para la revista digital para temas de informática educativa. Pero después de una reunión de trabajo convocada por la Dra. Marina Vicario miembro del proyecto Multidisciplinario, con el coordinador editorial Dr. Xicoténcatl Martínez Ruiz de la revista: "Revista Innovación Educativa" [15], se realizando varios comentarios que nos retroalimentaron, siendo el principal, que ya había iniciativas que ya implementaban algunas parte de la propuesta, y con la finalidad de no reinventar la rueda, procedimos a investigarlas, y modificar la propuesta de solución inicial. La investigación resulto en la localización del Proyecto de Conocimiento Público (Public Knowledge Project, PKP por sus siglas inglés) [16], el cual es una iniciativa de investigación sin ánimo de lucro de: la Facultad de Educación de la Universidad de British Columbia facultad de educación, el Centro Canadiense para estudios en publicación de la Universidad Simon Fraser, la Universidad de Stanford, y la biblioteca de la Universidad Simon Fraser. La iniciativa tiene una estrategia orientada en la publicación de resultados de investigaciones públicas de manera gratuita, y con políticas de acceso abierto. Enfocándose en mejorar la calidad de la investigación académica por medio por medio de ambientes virtuales colaborativos basados en Web. De PKP se decidió utilizar 2 módulos de la iniciativa: Sistemas Publicación Abierto (Open Journal Systems, OJS por sus siglas en inglés) [17] y Sistemas Recolector Abierto (Open Harvester Systems, OHS por sus siglas en ingles) [18]. Esta sección expone la implementación utilizada en la propuesta

3.1 Arquitectura final y tecnologías de la Prototipo de revista digital para temas de informática educativa

La Fig. 1 muestra la arquitectura final de la propuesta denominada: "**Prototipo de revista digital para temas de informática educativa**", mostrando la integración de los diferentes módulos de la propuesta, utilizando el patrón MVC, la implementación del patrón MVC se llevó a cabo utilizando el framework Struts 2 [19]. La propuesta de solución desarrollo un middleware que proporciona la funcionalidad, además de integrar dos desarrollos de PKP: OJS y OHS. Los módulos del middleware se ven en la parte superior de la Fig. 1, constituido de los siguiente submódulos: Inicio, Usuarios, Revista y Cuenta. El primer submódulo Inicio se encarga del Login de la propuesta, que valida los usuarios del sistema. El segundo submódulo Usuarios se encarga de la administración de los usuarios con las siguientes funcionalidades: registrar usuario,

consultar usuarios y modificar usuarios. El tercer submódulo Revista tiene las siguientes funcionalidades: Open Journal Systems, Open Harvester Systems, OAI Base URL, Gestión de Revista e Indexar Archivo. Se implementaron los siguientes módulos de la iniciativa PKP: OJS, OHS, y OAI Base URL, con la finalidad de no reinventar la rueda, la propuesta actualizada buscaba integrar estos módulos en un ambiente innovador, complementándolos con los submódulos de Gestión de la Revista e Indexar Archivo desarrollados por nuestra propuesta. El OJS es un manejador de publicaciones desarrollado por PKP con el objetivo de expandir y mejorar el acceso a la investigación. El OHS es un sistema de indexación de metadatos desarrollado por PKP con el objetivo de expandir y mejorar el acceso a la investigación, OHS permite crear un índice de búsqueda de metadatos desde los archivos compatibles tipo Iniciativa de Archivos Abierta (*Open Archives Initiative*, OAI por sus siglas en inglés), como los usados con OJS.

La Gestión de la revista abarca toda la funcionalidad de la propuesta compuesta por varios submódulos, que describiremos muy resumidamente a continuación. La propuesta implemento un submódulo para la gestión de contenido, que conforma la Biblioteca multimedia de la propuesta, este permite a los usuarios subir archivos en una carpeta para cada usuario, y registrar los metadatos pertinentes de cada archivo que el usuario suba, para que los usuarios utilicen sus recursos multimedia en conjunto con el OJS. Además de que los usuarios pueden realizar búsquedas personalizadas de los archivos subidos en la plataforma. La Fig. 2 muestra la interfaz del Gestor de contenidos, listando algunos recursos multimedia registrados en el sistema. La Fig. 3 muestra la interfaz para la visualización de un recurso multimedia tipo MP4. La Biblioteca multimedia tiene múltiples funcionalidades que en listaremos a continuación: Registro de Contenido Multimedia, Modificación de Contenido Multimedia, Consulta de Contenido Multimedia, y Eliminación de Contenido Multimedia.

El módulo para el indexado de metadatos permite agregar información acerca de los artículos que se postulan por parte de los Autores a la Revista Digital. Este módulo agrega una funcionalidad extra a la herramienta OHS de PKP, que no está incluida en la herramienta, y que fue desarrollada en la propuesta, para agregar metadatos a los artículos, sin embargo los archivos de metadatos que son cargados a la plataforma ya deben estar previamente creados y siguiendo un formato específico. Debido a esto, el módulo permite la creación de un archivo virtual de metadatos siguiendo el formato requerido por OHS para poder agregar los metadatos a los archivos pertinentes, la Fig. 4 muestra la interfaz del submódulo para el indexado de metadatos. En el submódulo de indexado de metadatos tiene la función para agregar metadatos a un archivo específico, haciendo uso de la Ontología Dublin Core, la cual nos permite especificar un conjunto de elementos de metadatos para catalogar elementos en bibliotecas y otros recursos electrónicos. La implementación de la Ontología Dublin Core se base en el Lenguaje de Marcado Extensible (*eXtensible Markup Language*, XML por sus siglas en inglés) y RDF. Es importante mencionar que el uso de la Ontología Dublin Core nos posibilita el procesamiento automático de la información por medio de las computadoras. La Fig. 5. muestra el menú de opciones principal de la propuesta de revista digital para temas de informática educativa.

La propuesta utiliza el formato XML de la iniciativa OAI, con la finalidad de mantener compatibilidad con las herramientas de PKP: OJS y OHS. OAI es una organización que desarrolla y promueve estándares de interoperabilidad con el objetivo de facilitar la disseminación efectiva de contenidos. OAI tiene sus orígenes en los movimientos de repositorio institucional y acceso abierto, el trabajo de OAI se ha expandido para promover un acceso más amplio a los recursos digitales para eLearning, eScience, etc., que trata de construir un marco de trabajo de interoperabilidad de baja barrera para archivos en repositorios institucionales con contenidos digitales de bibliotecas digitales. Lo que posibilita a los usuarios que son los proveedores de servicios, la colección de metadatos. Los metadatos colectados permiten proporcionar servicios de valor añadido, muy frecuentemente por medio de la unión de datos [20]. La infraestructura técnica OAI tiene especificado en el Protocolo para la Recolección de Metadatos - OAI (*Open Archives Initiative- Protocol Metadata Harvesting*, OAI-PMH) versión 2.0, un mecanismo para que los proveedores de datos puedan exponer sus metadatos. Este protocolo obliga a que los archivos individuales conformen sus metadatos en base a la Ontología Dublin Core, un vocabulario muy utilizado en bibliotecas y otros recursos electrónicos, en la Fig. 1 se muestra la Capa de Base de Conocimiento de la propuesta, parseando y serializando desde archivos XML/RDF para construir la Base de Conocimientos.

Las normas OAI proporcionan una interfaz común para acceder a los contenidos, y parte de esas normas que el contenido utilice los metadatos en el formato de la Ontología Dublin Core. El estándar denominado Objeto de Reutilización e Intercambio - OAI (*Open Archives Initiative - Object Reuse and Exchange*, OAI-ORE) define las normas para la descripción e intercambio para la agregación de recursos Web. La especificación OAI-ORE implementa el modelo ORE, el cual introduce el concepto de Mapa de Recursos (*Resource Map*, ReM por sus siglas en inglés), que posibilita asociar una identidad en la agregación de los recursos, y declaraciones relacionadas con su estructura y semántica. De todo lo anterior se puede ver la importancia de mantener compatibilidad con las herramientas de PKP.

3.2 Tecnologías de Web semántica, Ontologías y Bases de Conocimiento

En la propuesta la ontología tiene un rol protagonista. El parseado y serialización de nuestra propuesta se lleva a cabo por medio de archivos XML/RDF a través del marco de trabajo Jena [5], los cuales tienen los datos de las publicaciones y sus recursos multimedia asociados, componiendo nuestro modelo abstracto de la propuesta, la base de conocimiento a través del marco de trabajo Jena analizan este modelo abstracto, y lo instancian, para alimentar a la base de conocimientos, consultada por medio de SPARQL. La ontología de la propuesta es Dublin Core [21], esta ontología nos permite describir bibliotecas y distintos recursos electrónicos, esta ontología es procesable por la computadora.

La propuesta se utilizó esta ontología para representar a publicaciones y sus distintos recursos electrónicos. Los archivos XML/RDF utilizan la ontología Dublin Core

modelando las publicaciones y sus recursos electrónicos asociados, permitiendo el procesamiento automático de los datos a través de la computadora, las consultas a la base de conocimientos se hicieron por medio de Lenguaje de Consulta RDF y Protocolo SPARQL (*SPARQL Protocol and RDF Query Language*, SPARQL por sus siglas en inglés) y del motor de inferencias del marco de trabajo Jena, lo que permitió la utilización de un modelo ontológico basado en Dublin Core, permitiendo procesar de forma automática la información por la computadora de las publicaciones y recursos electrónicos asociados. La Fig. 1 muestra la utilización de las tecnologías *Web*, ontología y base de conocimiento de la propuesta, en la capa de la Base de Conocimiento los archivos XML/RDF utilizan la ontología Dublin Core, procesando de forma automática la información a través del razonador Jena, la capa de Base de Conocimientos serializa y parsea información de las publicaciones y recursos electrónicos por medio del marco de trabajo Jena, con la finalidad de mejorar la personalización del ambiente virtual de la revista digital y la biblioteca multimedia.

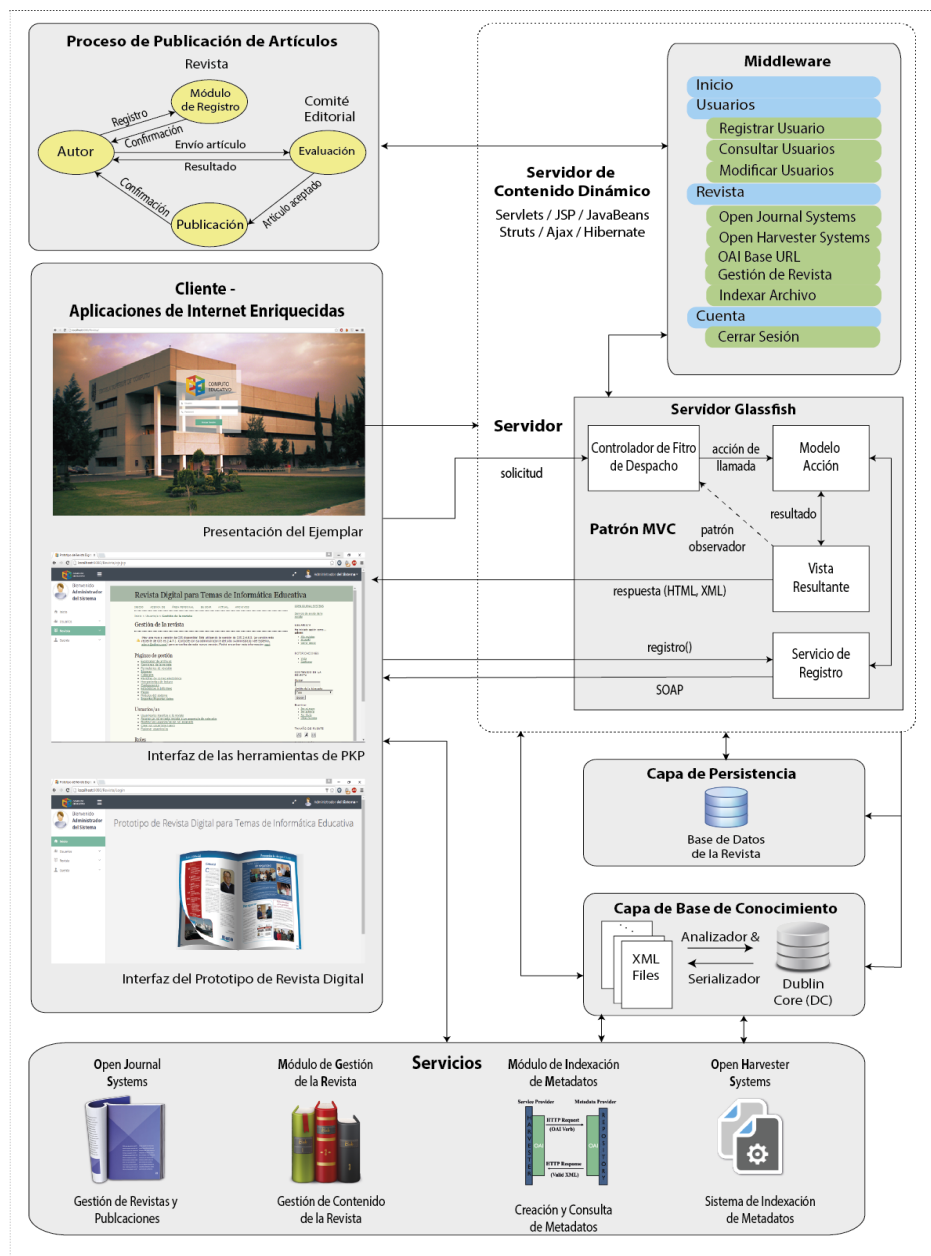
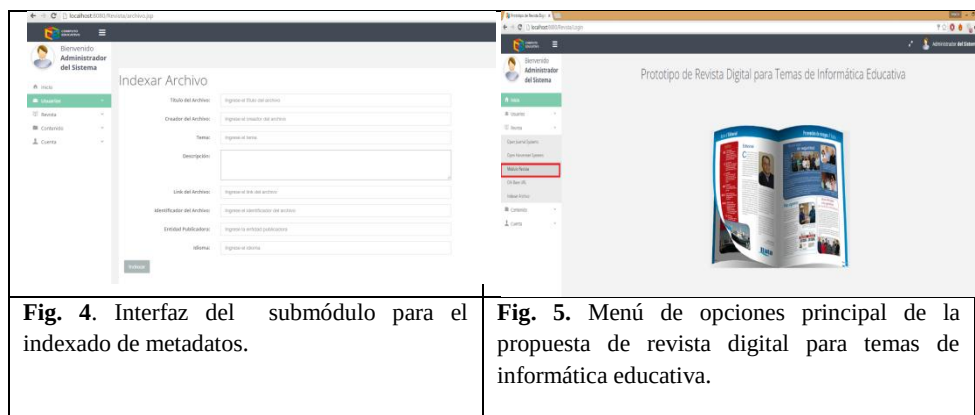


Fig. 1. Diagrama de la arquitectura final de la Prototipo de revista digital para temas de informática educativa.

4 Resultados experimentales

La Fig. 2- 5 muestran algunas de las interfaces de la implementación de la propuesta. La Fig. 2 muestra la interfaz de gestor de contenidos, con algunos recursos multimedia registrados en el sistema. La Fig. 3 muestra la visualización de un recurso multimedia tipo MP4. La Fig. 4 muestra la interfaz del submódulo para el indexado de metadatos. Finalmente la Fig. 5 muestra el menú de opciones principal de la propuesta de revista digital para temas de informática educativa.



5 Conclusiones y Trabajo Futuro

La propuesta presenta una arquitectura sólida basada en PDS que permite manejar el cambio a lo largo de la vida del proyecto de software, se utilizan varios PDS en la propuesta, destacando entre todos el MVC, el cual permitió integrar otros PDS en la propuesta, robusteciendo la arquitectura, mejorando el mantenimiento, reusabilidad y optimizando el acceso a la base de datos, para el manejo de las publicaciones y sus

recursos multimedia asociados. El middleware desarrollado por la propuesta incorpora las herramientas de PKP: Sistemas Publicación Abierto (Open Journal Systems (OJS) por sus siglas en inglés) y Sistemas Recolector Abierto (Open Harvester Systems, OHS por sus siglas en inglés), integrándolos con módulos propios destacando entre los más importantes los siguientes: Login, Registrar Usuario, Consultar Usuarios, Modificar Usuarios, OAI Base URL, Gestión de Revista, Indexar Archivo, Cerrar Sesión, Módulo de Indexación de Metadatos, y Biblioteca Multimedia.

La incorporación de tecnologías de *Web 3.0* en conjunción con la ontología Dublin Core para instanciar una base de conocimiento en la propuesta, permitió la utilización de un modelo ontológico, permitiendo la separación del modelo de conocimientos de la aplicación misma, lo que permite la reutilización del mismo por parte de otras aplicaciones, a través de los archivos XML/RDF y el uso de la ontología Dublin Core en nuestro caso particular, llenando la base de conocimiento, con la finalidad de mejorar la personalización del ambiente virtual de la revista digital y la biblioteca multimedia.

La Internet/Web es una herramienta poderosa que ha transformado nuestra vida de manera inexorable. La presente propuesta es una aplicación innovadora, para desarrollar una revista digital con una biblioteca multimedia integrada, que incorpora software de terceros PKP-OJS para la revista y PKP-OHS para el Sistema de Indexación, y además agrega nuevas funcionalidades por medio de un middleware basado en PDS, lo cual permite manejar las modificaciones de la propuesta de manera sencilla, y maximizar la reutilización de las partes de la propuesta. La propuesta integro un sistema manejador de publicaciones integrando las herramientas PKP-OJS para la revista y PKP-OHS, con middleware propio con el objetivo de expandir y mejorar el acceso a la investigación, además de agregar una biblioteca multimedia para manejar los recursos electrónicos de las publicaciones.

Agradecimientos. Los autores de este artículo agradecen al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro de los proyectos SIP: 20140382, 20150293, 20164801, 20164804, y 20160382, los dos primeros dentro del proyecto multidisciplinario 1665, y a la Universidad Politécnica de Querétaro. Los autores desean reconocer a todos sus colegas, estudiantes y en particular a los estudiantes Mejía Ramos Marco Aldair y Niño Jaimes Héctor que participaron en el diseño y desarrollo del software descritos en este artículo.

Referencias

- [1] Web 3.0: The Third Generation Web is Coming, URL: <https://lifeboat.com/ex/web.3.0>.
- [2] OWL specification, URL: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- [3] RDF specification, URL: <http://www.w3.org/RDF/>.
- [4] RDFS specification, URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- [5] Jena, URL: <http://jena.apache.org/>.
- [6] HP Labs Bristol, UK, URL: <http://www.hpl.hp.com/bristol/>.

- [7] Welcome to The Apache Software Foundation!, URL: <http://www.apache.org/>.
- [8] Revista Digital Universitaria, URL: <http://www.revista.unam.mx/>.
- [9] Ciencia UANL, URL: <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>.
- [10] Historia de ContactoS, URL: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/>.
- [11] Inicio - Instituto Politécnico Nacional, URL: <http://www.cedicyt.ipn.mx/RevConversus/Paginas/Inicio.aspx>.
- [12] Revista Ingeniería Mecánica, Tecnología y Desarrollo, URL: <http://revistasomim.net/>.
- [13] Computación y Sistemas, Tecnología y Desarrollo, URL: <http://cys.cic.ipn.mx/>.
- [14] Expert Systems with Applications - Journal - Elsevier, URL: <http://www.journals.elsevier.com/expert-systems-with-applications/>.
- [15] Revista Innovación Educativa Instituto Politécnico Nacional, URL: <http://www.innovacion.ipn.mx/Paginas/Inicio.aspx>.
- [16] Public Knowledge Project, URL: <https://pkp.sfu.ca/>.
- [17] Open Journal Systems | Public Knowledge Project, URL: <https://pkp.sfu.ca/ojs/>.
- [18] Open Harvester Systems | Public Knowledge Project, URL: <https://pkp.sfu.ca/ohs/>.
- [19] Welcome to the Apache Struts project, URL: <https://struts.apache.org/>.
- [20] Open Archives Initiative, URL: <https://www.openarchives.org/>.
- [21] DCM Home: Dublin Core®; Metadata Initiative (DCMI), URL: <http://dublincore.org/>.

La Aplicación del Modelo de Aula Invertida en Educación Superior

M.C. Nydia Esther Ramírez Escamilla¹ Dra. Valeria Paola González Duéñez² y
M.C. José Luis Arredondo Díaz³

^{1 2 3} Universidad Autónoma de Nuevo León, Ave. Universidad s/n,
Ciudad Universitaria, San Nicolás de Los Garza, Nuevo León, 66455.
México nyraes@hotmail.com, valeria.gonzalezdn@uanl.edu.mx,
jlarredondodiaz@gmail.com

RESUMEN

La idiosincrasia de los estudiantes de educación superior ha provocado un cambio en las metodologías docentes, el uso de nuevas tecnologías por parte de los estudiantes compromete al docente a incorporar materiales utilizando estas nuevas tecnologías. La innovación educativa intenta con ello tratar capturar la atención del estudiante de Educación Superior y de motivar a un aprendizaje significativo. Una de estas nuevas metodologías es el modelo de Aula Invertida (MAI) (flipped classroom) utilizando dicho modelo en la unidad de aprendizaje de ingeniería económica de proyectos de la Facultad De Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León se realizó un experimento piloto (con una muestra de 20 estudiantes divididos en dos grupos) durante el último curso intersemestral. El presente documento analiza el rendimiento académico de los estudiantes trabajando con el MAI y su percepción con respecto al modelo describiendo la metodología utilizada y las conclusiones obtenidas.

PALABRAS CLAVES

Innovación-Educativa, Educación-Superior, Aula-Invertida

ABSTRACT

The idiosyncrasy of students in higher education has led to a change in teaching methods, the use of new technologies by students committed teachers to incorporate materials using these new technologies, this educational innovation attempts thus try to capture student attention higher education and encourage meaningful learning. One of these new methodologies is the model Flipped classroom (aula invertida) using this model in the course of economic engineering faculty of mechanical engineering at the Autonomous University of Nuevo Leon a pilot experiment was performed (with a sample of 20 students divided in two groups) during the last intersemestral course, this paper analyzes the academic performance of students and the perception of them from the model, describing the methodology used and the conclusions drawn.

KEYWORDS

Educational-Innovation, Higher-Education, Flipped-Classroom

1 Introducción

Los estudiantes de educación superior han provocado una evolución en las metodologías docentes, como por ejemplo, la implementación de nuevas tecnologías por parte de los estudiantes compromete al docente a incorporar recursos didácticos. La Organización para la Competitividad y Desarrollo Económico (OCDE), busca que los estudiantes potencialicen su formación en beneficio de ellos mismos. En este sentido, la Universidad Autónoma de Nuevo León como institución de Educación Superior comprometida con la educación de calidad ha implementado un modelo de innovación educativa logrando en los estudiantes un aprendizaje significativo. Una de estas nuevas metodologías es el modelo de aula invertida (flipped classroom).

2 Estado del arte

El modelo propuesto por primera vez por Jonathan Bergmann y Aaron Sams [1][2], en 2006, los dos empezaron a enseñar química en Woodland Park High School en Woodland Park, Colorado. Jonathan provenía de Denver y Aarón desde el sur de California. A partir de una revista leída por Aarón respecto a un software que permitía generar presentaciones con audio y convertirlas en video, en el 2007 utilizando dicho software empezaron a generar material para ser utilizado en línea por sus alumnos y con ello introdujeron y robustecieron el concepto de aula invertida (flipped classroom) [3] modificando el sistema tradicional del aula de clases y sustituyendo las actividades que regularmente se realizaban en el aula por aquellas actividades que los estudiantes realizaban extra aula, es decir, aquellas tareas que regularmente el estudiante realizaba fuera del aula se realizan dentro de clase bajo la supervisión del docente. Por lo tanto, los contenidos teóricos que tradicionalmente se impartían a través del docente en el salón de clases deberán ser asimilados por el alumno en sesiones fuera del salón de clases lo cual implica para el estudiante la dedicación de tiempo extra aula para la asimilación de dichos contenidos, apoyado por material proporcionado por el profesor en formato digital (documentos, videos, etc.)

En el modelo de aula invertida la clase está centrada en el estudiante y no en el maestro. El modelo propicia un ambiente de aprendizaje, en el cual el estudiante busca a partir de su propia autonomía la adquisición del conocimiento mediada por actividades participativas en el salón de clase.

En el aula inversa, el docente deberá estar supervisando continuamente a sus estudiantes actuando como facilitador de información cuando es requerida y evaluando el trabajo realizado.

Así como este modelo educativo de aula inversa exige mayor participación del docente, también, los estudiantes deberán tener un mayor compromiso, dado que, cada estudiante deberá realizar un trabajo previo a la asistencia al salón de clases, pues, de ello dependerá la efectividad y aprovechamiento de este modelo.

Podemos señalar algunas ventajas [4] del este modelo como son:

- Ø Este modelo permite al maestro hablar el lenguaje de los estudiantes actuales utilizando nuevas tecnologías dado que muchos de los estudiantes de hoy en día crecieron teniendo a su alcance muchos recursos digitales (internet, Facebook, YouTube etc.).
- Ø Proporciona ayuda a los estudiantes ocupados, algunos de nuestros estudiantes, forman parte de algún equipo representativo o bien son deportistas destacados que viajan con cierta frecuencia, otros son trabajadores de tiempo completo, esto no les permite asistir a las aulas de manera regular por lo cual el método de aula invertida les permite no perder ningún material.
- Ø En el caso de los estudiantes de capacidades diferentes este método permite al alumno reproducir el material tantas veces como considere necesario para adquirir la información lo que no ocurre en el modelo tradicional.
- Ø Incrementa la comunicación entre el estudiante y el docente y también la comunicación entre pares, compartiendo información y conocimiento de forma más directa e involucrando a los estudiantes en el proceso formativo.
- Ø Se crea un ambiente colaborativo y participativo en el aula que involucra docente - alumno.

Tomando en cuenta las bondades del modelo, una reflexión que surge es si esta innovación metodológica podría contribuir a mejorar el rendimiento académico de nuestros estudiantes en la unidad de aprendizaje de ingeniería económica de proyectos, el cual presenta cierto grado de dificultad para nuestros estudiantes. Entendiendo por rendimiento académico las capacidades y el conocimiento del alumno obtenidas en el proceso formativo del entorno escolar básico, medio superior o superior evaluadas mediante exámenes o actividades dentro del aula o fuera de ella.

De acuerdo a Benítez, Gimenes y Osicka[5], los factores que pueden influir en el rendimiento académico pueden ser socioeconómicos, la amplitud de los programas de estudio, las metodologías de enseñanza utilizadas, la dificultad de emplear una enseñanza personalizada, los conceptos previos que tienen los alumnos, así como el nivel de pensamiento formal de los mismos.

Por lo cual la pregunta que surge al respecto es ¿un cambio de metodología ayudará a nuestros estudiantes a tener un mejor rendimiento académico? Y como percibirían estos la innovación del modelo de aula inversa?.

La percepción proviene de la palabra latín “perceptio” que significa percibir, recolectar o tomar posesión de algo, la percepción es entendida por la psicología como el primer momento de la elaboración cognoscitiva, es decir la primera instancia en la cual la información recibida se transforma en un elemento conocible y comprensible [6].

La percepción entendida como los “Procesos cognitivos de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentra el aprendizaje, la memoria y la simbolización” [7].

Por lo cual podemos considerar que la percepción es un proceso cognitivo que permite apropiarse del conocimiento utilizando procesos tales como el aprendizaje la memoria y la simbolización.

3 Metodología

3.1 Características de la Muestra

Se utilizó una muestra piloto de 20 estudiantes evaluados de forma aleatoria de la facultad de ingeniería mecánica y eléctrica de la universidad autónoma de nuevo león 11 de la carreras ingeniero administrador de sistemas y 7 ingeniero mecánico administrador 2 estudiantes no proporcionaron la información quienes dentro de su plan de estudios cursan la unidad de aprendizaje de ingeniería económica de proyectos entre el cuarto y noveno semestre.

El análisis se realizó en un curso intersemestral con una frecuencia de 3 horas al día. Esta muestra se dividió en dos grupos, en el primer grupo se trabajó de manera individual en el segundo grupo se trabajó por equipos de 3 personas, al inicio del curso se informó al alumno de la utilización de una nueva metodología y las características, así como también se les permitió establecer las dinámicas de trabajo colaborativo y los integrantes de cada equipo.

Cabe mencionar que el 40% de los alumnos cursaba la unidad de aprendizaje por primera vez un 50% ya habían cursado la unidad de aprendizaje y su rendimiento académico fue no conforme y un 10 % no contesta.

3.2 Instrumentos

Se propone un instrumento de medición (experimental) que contiene 4 variables, percepción (4 ítems), comunicación con pares y docentes (4 ítems), aprendizaje en el modelo (4 ítems) e infraestructura (ítem abierto). Para realizar una prueba de confiabilidad se utilizó el Alfa de Cronbach, obteniéndose los siguientes resultados, véase la Tabla 1.

Tabla 1. Alfa de Cronbach

Variable	Alfa de Cronbach
Percepción	0.671
Comunicación	0.761
Aprendizaje	0.667

De acuerdo a los resultados obtenidos, hemos decidido mejorar dicho instrument de medición con la finalidad de mejorar los resultados. Además se obtuvieron los datos del Rendimiento académico de los alumnos con el modelo tradicional y el modelo de aula invertida. Del cual solo se utilizara la variable de percepción y rendimiento académico y el resto de las variables serán considerados en estudios posteriores

4 Resultados

En la variable de percepción el 85% perciben que el modelo fomenta el aprendizaje significativo un 5% le es indiferente y un 10% no contestó. Un 90% de los alumnos perciben que las lecturas y los ejemplos empleados por el docente coadyuvan al logro de los objetivos un 10% no contestó. La percepción de los alumnos en cuanto que el que el maestro les informara de los objetivos ayudo a mejorar el rendimiento académico es el 90% opina que si el 10% no contestó.

En cuanto al rendimiento académico un 85% opinan que el modelo mejora el rendimiento académico un 5% está en desacuerdo y un 10% no contestó. Un 27% opina que el modelo debería ser manejado de manera individual el 73% restante en equipo para confirmar esta percepción podemos observar que las calificaciones obtenidas en las evaluaciones del Rendimiento académico mediante el trabajo colaborativo son calificaciones más altas en promedio (93) que las del grupo que trabajo de manera individual (79).

Al realizar un análisis comparativo entre el rendimiento académico del modelo tradicional y el rendimiento académico obtenido por el modelo de aula invertida se obtuvo en promedio un 51% de mejora.

5 Conclusiones y trabajos futuros de la investigación

De manera global podemos mencionar que el utilizar esta innovación metodológica de aula inversa permite a los alumnos mejorar su desempeño académico con respecto al modelo tradicional así como también manejar su tiempo de acuerdo a su disponibilidad en cuanto a estudiar las lecciones teóricas fuera del aula, además de fomentar el trabajo colaborativo. Se considera para estudios posteriores mejorar el instrumento de medición de tal manera que permita evaluar si el modelo contribuye a mejorar la

comunicación con pares y docentes además de considerar cuáles son los requerimientos de nuestros estudiantes para la aplicación de este modelo (infraestructura) así como el impacto que esto pudiera tener en adquirir un aprendizaje significativo.

Referencias

- [1] Bergmann, J., & Sams, A. Flipped Learning: Gateway to Student Engagement. International Society for Technology in Education, 2014
- [2] Bergmann, J., & Sams, A. Flip your Classroom. International Society for Technology in Education, 2012.
- [3] Bergmann, Jonathan, Flip your classroom : reach every student in every class every day / Jonathan Bergmann and Aaron Sams, p. cm., ISBN 978-1-56484-315-9 (pbk.)
- [4] Flipped Learning Network. (2014). The four pillars of F-L-I-P. Flipped Learning Network. Retrieved from http://flippedlearning.org/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FNL_Web.pdf.
- [5] Benítez, M.; Gimenez, M. y Osicka, R. (2000). Las asignaturas pendientes y el rendimiento académico: ¿existe alguna relación? Recuperado el 16 de agosto de 2016, desde <http://www1.unne.edu.ar/cyt/humanidades/h-009.pdf>
- [6] Schiffman H. La percepción sensorial. 4ta Ed. México: Edit. Limusa; 2003.
- [7] Vargas M, L. (1994) Sobre el concepto de percepción. Redalyc. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/747/74711353004.pdf>

Desarrollo De Aplicaciones Móviles Para Niños Con Problemas de Aprendizaje Leve en Matemáticas Básicas.

Miguel Angel Ortiz Esparza¹, Jaime Muñoz Arteaga¹, Francisco Javier Álvarez Rodríguez ¹,
Francisco Diego Acosta Escalante²

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes,
Av. Universidad #904, Ciudad Universitaria,
C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. México,

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Zona de la Cultura, Colonia Magisterial, Villa
Hermosa, Tabasco, México, C.P. 86040

¹{ing.miguel.o.e, jmauaa, fjalvar.uaa} @gmail.com, ² francisco.acosta@ujat.mx

Resumen. Hoy en día la tecnología está presente en casi cualquier actividad del ser humano, se encuentra en los procesos tecnológicos que nos ayudan con tareas de la casa, entretenimiento, trabajo, investigación, etc. y la educación no es la excepción en la aplicación de éstas herramientas tecnológicas, es por ello que se pretende utilizar la tecnología para acercar el conocimiento básico a niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas. En la actualidad existen herramientas tecnológicas comerciales de acceso en línea que apoyan eficazmente ciertas habilidades matemáticas básicas, pero no llegan a dar un soporte en el apoyo de actividades docentes y mucho menos es reducido el número de aplicaciones en móvil para apoyo a actividades que considera ciertos problemas de aprendizaje en matemáticas a nivel primaria.

El presente trabajo propone una solución sistemática para el desarrollo de aplicaciones interactivas móviles lúdicas para niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas, las cuales son desarrolladas en base en los fundamentos pedagógicos de las operaciones lógicas e infralógicas de Piaget [1] así como en fundamentos de la ingeniería de software. Con el fin de apreciar la propuesta el presente trabajo incluye un caso de estudio realizado con un grupo de alumnos de diferentes edades y grados a nivel de escuela primaria en México.

Palabras Clave: Aplicaciones interactivas lúdicas, habilidades matemáticas básicas, operaciones lógicas e infralógicas, proceso de software.

1 Introducción.

Un modelo de proceso para la producción de software es la formalización de las actividades relacionadas con el desarrollo del software de una aplicación informática e interactiva (en general) para el usuario. Actualmente, es necesario también considerar dichas aplicaciones interactivas estén disponibles en dispositivos móviles, para así facilitar el acceso a la información y el conocimiento a un mayor número de población de usuarios en sus actividades diarias en lugares fijos como en movimiento.

Ahora bien, es sabido que la tecnología puede aportar herramientas para ayudar a mitigar problemáticas en el aprendizaje de los conocimientos básicos en las escuelas

primarias. Conforme la UNESCO, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión dirección y administración más eficientes del sistema educativo, es por ello que aplica una estrategia amplia e integradora en lo tocante a la promoción de las TIC en la educación. El acceso, la integración y la calidad figuran entre los principales problemas que las TIC pueden abordar [2].

Es por ello que en México se tienen avances en el tratamiento y estudio de estos problemas dada la importancia de una buena educación desde sus inicios ya que si no se atiende a tiempo un niño con problemas con el aprendizaje de las matemáticas puede generar un efecto bola de nieve en su educación, que es el cúmulo progresivo problemas de esta índole haciendo que el estudiante aborrezca el tema, esto puede provocar a futuro que el alumno termine por desertar o tener problemas de autoestima, cuando en realidad es un potencial profesionista.

2 Problemática

La problemática se acentúa basto cuando el niño presenta alguna dificultad en la adquisición de conocimientos matemáticos básicos. Estos tipos de problemas retrasan o limitan que un alumno avance en su educación y formación básica y se denotan por no alcanzar los resultados promedio esperados en un alumno de su edad [3] [4].

En esta problemática solo nos enfocaremos en los problemas de las matemáticas que presentan los niños de educación básica comprendida dentro del primer al sexto año de primaria y que se analizara en específico los problemas de aprendizaje leves.

Según la literatura existe muchas problemáticas a las cuales se les atribuye los altos índices de reprobación en México, entre los cuales destacan los siguientes puntos [3].

1. Falta de programas de capacitación para el docente en uso de las nuevas tecnológica.
2. No hay una atención continua a los problemas psicológicos y sociales que los niños de educación primaria pueden llegar a tener.
3. Falta de técnicas de especificación para la generación de actividades didácticas en conjunto con el uso de tecnología.
4. La falta de recursos necesarios para trabajar tanto para maestros como para niños (Material didáctico, contenidos digitales, equipo computacional, acceso a red, etc.).
5. La indisponibilidad de aplicaciones lúdicas móviles propias para atender problemas en matemáticas de educación básica
6. No se cuenta con modelos de desarrollo de software para aplicaciones lúdicas móvil para matemáticas de educación básica.

Dado el conjunto de dificultades anteriores da lugar a una confusión en el orden sistemático para la inserción y uso de tecnologías como apoyo a los niños con problemas de aprendizaje leves en matemáticas básicas.

3 Un modelo de proceso.

Con el fin de mitigar la problemática expresada en la sección anterior se propone el empleo de un modelo de desarrollo masivo de aplicaciones móviles centrado en el usuario lo cual lo hace iterativo y evolutivo, es por ello que el usuario que son en su conjunto los maestros de apoyo y los niños con problemas de aprendizaje, son los que retroalimentan y ayudan dándole a la aplicación el enfoque correcto según la habilidad matemática requerida por el niño, este modelo de desarrollo implementa la reutilización de prototipos ya construidos para ayudar a dar una retroalimentación correcta de las necesidades del usuario.

Para la creación de un producto se utiliza el siguiente modelo de desarrollo de aplicaciones centrado en el usuario, prototipado, evolutivo e iterativo que en las siguientes secciones se muestra con mayor detalle.

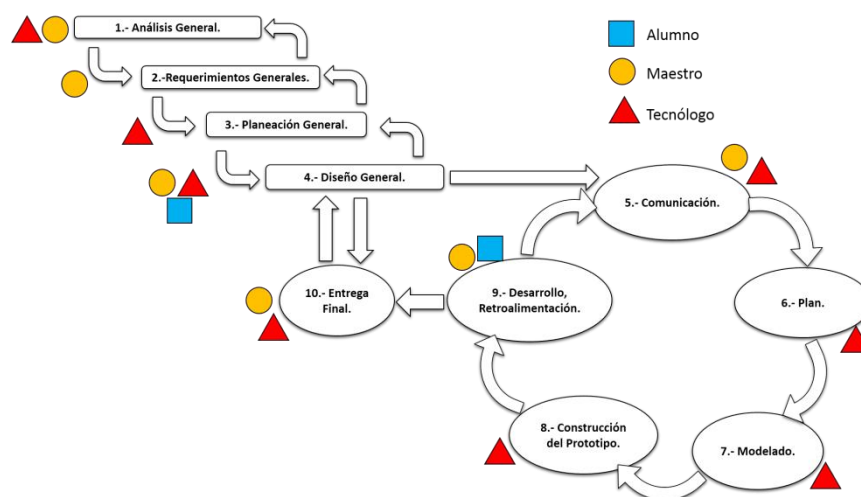


Figura 1. Modelo propuesto para el desarrollo de aplicaciones lúdicas en móvil como apoyo en matemáticas de educación básica.

Descripción de las etapas del proceso.

El siguiente modelo de desarrollo de aplicaciones móviles consta esencialmente de dos etapas, la primera etapa denominada “General”, donde se establecen todos los lineamientos del desarrollo de aplicaciones como son el análisis del contexto de

desarrollo, los requerimientos de tecnologías, la planeación general de desarrollo y las características de los diseños de las aplicaciones.

En la segunda etapa denominada “Prototipado” se consideran los elementos de la etapa anterior para la búsqueda de productos ya creados anteriormente y que estén disponibles, en caso de no encontrarlos, se procede a la construcción de prototipos que pasarán por la comunicación con un experto en temas pedagógicos de niños con problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas, la generación de un plan de construcción, el modelado de la aplicación, la construcción del prototipo, y la retroalimentación dada tanto por el experto como por el niño con problemas de aprendizaje mediante el uso de la aplicación, una vez terminada esta iteración, se obtienen los datos para una segunda iteración o se puede dar por concluida mediante la aprobación del experto.

3.1 Análisis General: En esta etapa se analiza el contexto de desarrollo, el análisis de tecnologías y plataformas que conformaran las aplicaciones, el contexto matemático, los colores, las formas de retención de la atención por parte del niño, las mejores formas de desarrollar aplicaciones para niños etc.

3.2 Requerimientos Generales: Aquí los requerimientos son todos aquellos requerimientos que se tienen en el desarrollo de aplicaciones móviles para niños con problemas matemáticos básicos como pueden ser un desarrollo amigable con colores y sonidos llamativos, desarrollo en dispositivos móviles, contar con aplicaciones basadas en las habilidades lógicas e infralógicas, manejo de perfiles de usuario, manejo de niveles de complejidad, aplicaciones interactivas, reportes de avance de las habilidades, módulos de practica y de evaluación, desarrollos monousuarios, etc.

3.3 Planeación General: Dentro de esta etapa se planea el empleo de las aplicaciones móviles y como estas deberán interactuar en conjunto con el usuario, como deberán ser las interfaces entre las aplicaciones y el usuario, como los datos fluirán entre los módulos para que sea un esquema general de integración de aplicaciones para que el maestro tenga una solución integral que le ayude a elegir las aplicaciones acorde a los perfiles del niño.

3.4 Diseño General: En esta etapa se realizan algunos diseños generales de interfaces, conexiones, plataformas componentes y como estos deben interactuar entre sí, formando la funcionalidad del sistema.

3.5 Comunicación: La comunicación entre los diferentes stakeholder es esencial, así pues conforme a la información obtenida de los maestros de educación especial se comunican los datos específicos para el desarrollo de una aplicación definiendo las características de esta aplicación y comenzando el proceso de prototipado de aplicaciones matemáticas.

3.6 Plan: Con base a la comunicación de la etapa anterior se generan un plan rápido de desarrollo de la aplicación para generar la idea que se debe de tener en el desarrollo de esta aplicación por medio de prototipado y con base a las habilidades matemáticas que el niño necesita.

3.7 Modelado: Mediante el modelado rápido y respetando el modelado general, ideamos una forma práctica de modelar la aplicación acorde a las especificaciones generales de las habilidades básicas en matemáticas para niños, los requerimientos específicos y el plan rápido generado anteriormente.

3.8 Construcción del prototipo: Para la construcción del prototipo se requieren el modelado anterior, basado solamente en el componente, ósea la construcción del mismo sin salirse del modelado general ni de las especificaciones generales misma que se basaran en las habilidades que desarrollara el niño.

3.9 Desarrollo y Retroalimentación: Aquí es donde se presenta ante el maestro el prototipo que viene siendo una parte del sistema, como una parte del rompecabezas, donde le usuario da el visto bueno al prototipo, lo retroalimenta por medio de comentarios y sugerencias o de plano lo desecha y en cualquiera de los casos se repite el ciclo de desarrollo prototipado.

3.10 Entrega Final: Una vez que el componente cumple con los requerimientos del sistema se realiza una entrega parcial o se concluye que esa parte está terminada y se continua con la construcción de otro prototipo hasta completar las aplicaciones basadas en las habilidades básicas para niños con problemas de aprendizaje.

Con el fin de que se pueda apreciar de una mejor forma el modelo de desarrollo de aplicaciones móviles para niños con problemas matemáticos básicos, a continuación se propone un caso de estudio realizado con tres niños de diferentes grados y grupos de una escuela primaria en México, para los cuales fue desarrollada una aplicación denominada “Tiendita” mediante el modelo de desarrollo propuesto.

4 Caso de Estudio.

Esta sección tiene como fin de presentar un caso de estudio con el fin de apreciar el uso del modelo del proceso aquí propuesto (ver sección anterior) para el desarrollo de aplicaciones lúdicas en móvil como un apoyo a problemas de matemáticas básicas.

Introducción: El presente caso de estudio fue desarrollado en una escuela primaria que cuenta con Unidades de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER) del Instituto de Educación de Aguascalientes, fue posible aportar una aplicación lúdica móvil como apoyo a tres niños que presentaban algunos problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas. El primer niño el cual denominaremos Alumno1 tiene once años de edad y está cursando actualmente sexto grado de primaria, tiene problemas con operaciones aritméticas básicas acentuándose más en las operaciones de multiplicación y división de dos o más cifras, el Alumno2 tiene diez años de edad, está cursando actualmente el quinto grado de primaria, tiene problemas al realizar operaciones aritméticas básicas en especial cuando estas tienen dos o más dígitos y por último el

Alumno3 el cual tiene ocho años de edad cursa actualmente el tercer grado de primaria, tiene problemas con las operaciones de multiplicación.

4.1 Análisis General: Para este caso se requiere que los tres alumnos tengan una motivación especial como la retención de su atención hacia las aplicaciones mediante la interactividad, lo cual ayudara a enfocar la atención de los niños en la aplicación además de ayudar al procesamiento de operaciones aritméticas básicas mediante el razonamiento y procesamiento mental.

4.2 Requerimientos generales: Para el presente caso de estudio se desarrolló con base a los perfiles, una aplicación denominada “Tiendita”, la cual siguiendo los pasos del modelo de desarrollo se definieron los requerimientos generales como son, el desarrollo en dispositivos móviles “Android”, desarrollo para tableta, capacidad de retención de la atención de los niños, interactividad con los niños y llamativo en aspectos visuales.

4.3 Planeación General: Durante la planeación general se planean las formas de desarrollo, las aplicaciones a desarrollar con base a las habilidades matemáticas y los niveles de dichas aplicaciones, como evaluar las respuestas y como el alumno interactuara con la aplicación, para ello se identifican las necesidades conforme a la siguiente tabla.

Habilidades Matemáticas Básicas.	*Operaciones con punto decimal.	Nivel intermedio que mediante conocimientos consolidados ayuda a realizar operaciones matemáticas básicas con sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, una vez dominados estas operaciones se pueden trasladar las operaciones a actividades de la vida diaria, lo cual fortalece y ayuda a los niños a desarrollarse en su entorno.	* Let's Study.	
	*Operaciones con fracciones.		* 2 Jugadores Juegos Matemáticos.	
	*Operaciones con sumas y restas.		* Matemática para niños.	
	*Operaciones con multiplicación y división.		* Farrapos Matemáticos.	
	*Resolución de problemas dictados.		* Profesor Matemáticas.	
	*Resolución de problemas reales de la vida cotidiana.		* Tiendita.	
	*Resolución de problemas con porcentaje.		* Kids Numbers and Math.	
	*Resolución de problemas de tiempo.			
	*Resolución de problemas de área, peso y volumen.			

Figura 2. Relación de habilidades en matemáticas básicas con estrategias de enseñando utilizando aplicaciones lúdicas en móvil.

4.4 Diseño General: Para el diseño general nos basamos en una arquitectura de desarrollo de aplicaciones móviles.

Una vez hecho esto se investiga la posibilidad de que el producto exista en fuentes gratuitas como puede ser la “Play Store” de Google y en caso de que exista se necesita el visto bueno del especialista para que sea aceptado como primer prototipo para

obtener retroalimentación de las necesidades de los niños con problemas de aprendizaje de las matemáticas o en caso de que no sea aceptado se puede hacer la retroalimentación para hacer las modificaciones a un nuevo prototipo a desarrollar.

Si no se ha encontrado ningún prototipo se puede empezar a desarrollar la aplicación con una primera iteración plasmando los requerimientos más importantes. Y es así como comienza la etapa de prototipado.

Durante la búsqueda de aplicaciones, no se encontraron aplicaciones relacionadas con la compra de artículos en tienda o cooperativa para niños con este tipo de problemas, es por ello que se procedió a desarrollar mediante el proceso de prototipado una aplicación que contenga las características que ayuden al niño a desarrollar dicha habilidad según el especialista.

4.5 Comunicación: En la etapa de comunicación se pueden aprovechar los requerimientos en la primera fase para determinar las características principales, en este caso una de las características es que la aplicación sea llamativa, interactiva, desarrollada para dispositivos móviles añadiendo los puntos específicos para la aplicación a desarrollar como son que el niño tenga un menú o estante que contenga los artículos a comprar, para que mediante un toque de pantalla sobre el producto seleccionado se muestre el producto y su precio en una nueva pantalla, dicho artículo deberá ser pagado lo más exacto posible con el menor número de monedas mexicanas de 4 diferentes denominaciones.

4.6 Plan: En esta etapa se propone la agrupación de aplicaciones con las mismas características de desarrollo, se recomienda el diseño de interfaces de desarrollo de aplicaciones móviles y se hace un diseño basado en prototipos a nivel general, como el que a continuación se presenta.

The figure displays two user interface screens for a mobile application designed to help children learn about shopping and money.

SELECCIONAR ARTICULOS (Select Items): This screen features a grid of 20 buttons, each labeled 'Artículo' followed by a number from 1 to 20, arranged in four rows and five columns.

PAGAR ARTICULOS (Pay for Items): This screen is divided into two main sections. The top section is titled 'NOMBRE DE ARTICULO A COMPRAR Y CANTIDAD A PAGAR 5' and contains a large rectangular box labeled 'Artículo.' for displaying the selected item. Below this box is the text 'CANTIDAD ACUMULADA DEL PAGO.' The right side of the screen features a vertical stack of four buttons, each labeled 'Moneda' followed by a number from 1 to 4, representing different denominations of Mexican pesos.

Figura 3. Diseño de interfaces para el desarrollo de aplicaciones basadas en asistir al niño para adquirir artículos en cooperativa o tienda de abarrotes.

Se ideó el primer prototipo basados en el diseño general que consta de artículos ordenados en un estante, los cuales son comunes y se pueden adquirir en cualquier tienda de abarrotes o cooperativa, el niño puede seleccionar cualquiera de los artículos ahí mostrados con un solo toque, una vez que se ha seleccionado se mostrará otra pantalla que muestra el artículo seleccionado pero con mayores detalles como son el

nombre del mismo, el precio y la cantidad acumulada de dinero que se ha pagado hasta el momento.

4.7 Modelado: Para el modelado ágil se genera la siguiente imagen que ayudará a tener una idea de lo que se requiere.

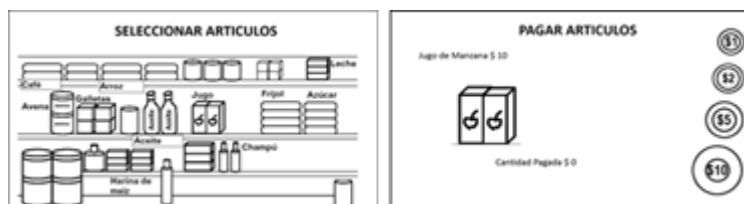


Figura 4. Modelado de interfaz para la aplicación “Tiendita”.

4.8 Construcción del Prototipo: Mediante la construcción del prototipo se consiguió desarrollar la aplicación como a continuación se presenta.



Figura 5. Pantallas de la aplicación “Tiendita”.

4.9 Retroalimentación del desarrollo: Después de haber desarrollado el prototipo, el usuario comento que estaba correcto el diseño y la interactividad de ambas aplicaciones, solo que le faltaba notificar al niño mediante un mensaje de confirmación de que ha hecho bien la practica en la aplicación “Tiendita”, también sugirió que en caso de que exista cambio, deberá ser mostrado en la pantalla mediante un mensaje corto y por último el especialista indico que sería favorable que la aplicación tuviera una sección de papelería, para lo cual en la siguiente iteración se agregaron los cambios como se muestra en las siguientes pantallas.



Figura 6. Pantallas de segunda iteración de la aplicación “Tiendita”.

4.10 Entrega final: Después de haber realizado los cambios en dos iteraciones la aplicación quedó concluida según el docente especialista en niños con problemas de aprendizaje.

5 Resultados.

Durante y después del empleo de la aplicación por parte de los niños fue notorio el avance de los niños al realizar las operaciones matemáticas básicas en especial la multiplicación y división. El de menor grado realizándolo ayudado de los dedos y los otros dos de mayor grado ya los podían realizar de forma mental, cuando el problema presentado así lo permitía.

6 Conclusiones.

El presente trabajo propone el uso de un modelo de proceso para el desarrollo de aplicaciones móviles como un medio de ayuda a niños con problemas de aprendizaje leve en matemáticas a nivel de educación básica. El modelo es puesto a prueba a través de un caso de estudio, en el cual se atendieron tres niños con problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas, donde se desarrolló la aplicación tiendita, al desarrollar esta aplicación se implementaron las etapas del modelo, las cuales se probaron dando como resultado una aplicación terminada según los criterios del especialista y a su vez fue evaluada tanto en experiencia del usuario como en usabilidad por tres niños que en general mostraron satisfacción al emplear la aplicación desarrollada.

7 Referencias

- [1] Piaget, Psicología del niño, Quinta Edición ed., Paris, Francia: Presses Universitaires de France, 1973.

- [2] Unesco, «Educación Unesco.,» [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening-education-systems/inclusive-education/>. [Último acceso: 15 Abril 2015].
- [3] C. C. y. J. P. Marchesi Alvaro, «Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matematicas: Una perspectiva Cognitiva.,» *Desarrollo Psicologico y Educación III, necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar*, pp. 155-182, 1990.
- [4] S. d. E. Publica y U. d. Sonora, «La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la escuela primaria III,» *Divulgacion de Investigacion de la SEP*, p. 100, 2010.

Metodología DECADE/COM

Arturo Curiel Anaya¹, Mariano Pozas Cardenas¹ David Hernández Sánchez¹

¹ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-Centro de Investigación en Tecnologías de Información y Sistemas, Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5 Ciudad del Conocimiento, Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Pachuca, Hidalgo, 42184.México. curiel@uach.edu.mx, mpozas@uach.edu.mx, davidhs_uach@yahoo.com.mx

Resumen. Se presenta una propuesta metodológica denominada CADE/COM, para el desarrollo de materiales educativos que se ha venido utilizando en la generación de materiales educativos empleados como apoyos didácticos en varios programas de licenciatura en la UAEH, la metodología es una adaptación de las metodologías clásicas de desarrollo de sistemas, sin embargo ha conservado su simplicidad y se ha enriquecido con un eje transversal que incide en el desarrollo con una perspectiva basada en el Diseño Instruccional permitiendo responder con claridad a las siguientes preguntas: ¿qué capacidades y destrezas podría desarrollar el alumno con el material que se va a construir?, ¿qué técnicas didácticas se van a implementar para desarrollar las capacidades y destrezas a través de los contenidos?, ¿qué recursos didácticos se emplearan para alcanzar el objetivo?

Palabras Clave: Metodología, MEC, DECADE/COM, Software Educativo, Capacidades y Destrezas

Abstract:

A methodology called CADE / COM, for the development of educational materials has been used in the generation of educational materials used as teaching aids in various degree programs UAEH, the methodology is an adaptation of the classic methodologies presented systems development, yet has retained its simplicity and is enriched with a transverse axis that affects the development with a perspective based on Instructional Design allowing a clear answer to the following questions: what skills and abilities could develop the student with the material that is to be built ?, what teaching techniques will be implemented to develop the capabilities and skills through educational content ?, what resources are used to achieve the objective?

Key Words: Methodology, Educational Materials Computerized, Educational Software, Skills and Abilities

1 Introducción

El presente artículo muestra una metodología para el diseño y desarrollo de Materiales Educativos Computarizados (MEC), los cuales se han desarrollado en la línea de generación, aplicación e innovación del conocimiento: Computo Educativo del Área

Académica de Computación y Electrónica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con la que se pretende converger dos grandes áreas del conocimiento, las teorías del aprendizaje y la ingeniería de software, cuyo objetivo es que a través de los contenidos programáticos del material educativo, el usuario desarrolle capacidades y destrezas usando la computadora [10].

En los últimos años, con la evolución de Internet y la aparición de la modalidad de educación a distancia, el desarrollo de software educativo ha tenido un creciente desarrollo como recurso educativo para ser utilizado en forma presencial y/o a distancia. La metodología DECADE/COM (Desarrollo de Capacidades y Destrezas por Computadora), que se presenta en este artículo, es el resultado de la experiencia en el desarrollo de materiales educativos, en la búsqueda de innovar o adaptar métodos, procedimientos y herramientas que faciliten al desarrollador la tarea de crear materiales educativos de calidad con la documentación requerida y, al mismo tiempo, utilizar los contenidos programáticos y/o secuencias didácticas para desarrollar competencias.

2 Antecedentes

Desde el inicio de la computación y su incursión a la educación se han creado diversas metodologías para el desarrollo de software educativo, como las de Pere Márquez [9], Adelaide Bianchini [2], Álvaro Galvis [6], Ceja L. [3], Cuevas C. [4], Ecler Mamani Vilca, Manuel Ibarra Cabrera, Erech Ordoñez Ramos [11], Estela Gotterg, Gustavo Noguera, María Alejandra Noguera [12], entre otros; cada una de ellas, eficaz en el desarrollo de aplicaciones educativas con multimedia.

Con la presente metodología DECADE/COM, se tiene una guía para la construcción de material educativo computarizado para el desarrollo de capacidades y destrezas a través de la información presentada con elementos multimedia, se destaca que en la redacción de los objetivos, se deben manifestar cuáles son las capacidades a desarrollar en el usuario, utilizando los contenidos del área de conocimiento a implementar, así como que se hagan posibles a través del diseño de interfaces gráficas, donde el usuario realice lecturas de textos y comprenda conceptos a través de animaciones, videos, presentaciones electrónicas, escenarios 3D interactivos, para que el usuario sea capaz de construir deducciones lógicas, análisis crítico y solución de problemas.

La metodología que se presenta propone una sinergia entre pedagogos, expertos en contenido, diseñadores instruccionales, diseñadores gráficos, programadores, para lograr un contenido multimedia educativo que desarrolle capacidades y destrezas en los usuarios.

3 Metodología DECADE/COM

Como trabajo sistematizado, el software educativo multimedia debe elaborarse siguiendo una serie de pasos o etapas, las cuales permitirán guiar y facilitar el desarrollo del sistema. Para ello se ha tomado como base el ciclo de vida para el desarrollo de sistemas con espiral desde la fase de diseño a pruebas. También se ha tomado como referencia la metodología para la elaboración de los MEC (Materiales Educativos Computarizados) de Álvaro Galvis [6], la metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas en ambientes multimedios de Adelaide Bianchini [2], diseño y producción de materiales multimedia para la enseñanza de Pere Márquez [10] y el modelo T como parte del diseño instruccional que incide en el cómo desarrollar capacidades y destrezas a través de contenidos educativos de Martiniano Román [8].

La Figura 1 presenta de forma gráfica las fases de la metodología DECADE/COM utilizadas en el desarrollo de materiales educativos y que permiten desarrollar capacidades y destrezas por computadora en los alumnos.

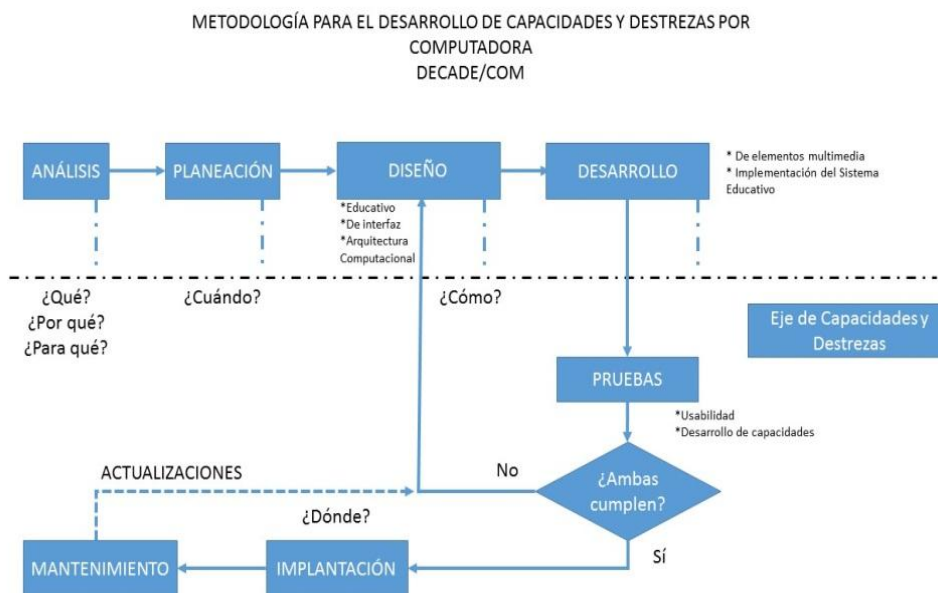


Figura 1. Metodología DECADE/COM

3.1 Fase de Análisis

En esta primera fase se identifica el problema de aprendizaje que se ha detectado en el aula, se analiza si con el uso de los materiales educativos que se van a generar es la mejor forma de solucionarlo, de ser afirmativo, se definen los objetivos que deberán cumplir los materiales a desarrollar, los cuales se redactan de tal forma que a través de los contenidos programáticos sea posible desarrollar capacidades y destrezas en el usuario. Así mismo, se recaba información sobre el nivel general al que va dirigido, forma en que se utilizará, perfil y prerequisites que debe cumplir el usuario para poder utilizar el sistema, así como la selección de los contenidos, lo anterior se hace a través de los formatos mostrados en las Figuras 2 y 3.

The image displays two forms side-by-side, both titled 'Metodología: DECADE/COM' and 'Documento de Características y Requisitos por Computadora'.

Forma 1: FASE DE ANALISIS

- CLAVE DEL PROYECTO:** [] **FECHA DE INICIO:** [] **FECHA DE TÉRMINO:** []
- INSTITUCIÓN:** []
- RESPONSABLES DEL PROYECTO:** []
- TELÉFONO:** [] **E-MAIL:** []
- TÍTULO DEL SOFTWARE EDUCATIVO:** []
- OBJETIVO DE APRENDIZAJE:** Definir con claridad los objetivos de aprendizaje que se quieren alcanzar al momento de utilizar el software educativo (qué, cómo y para qué).
- DESCRIPCIÓN GENERAL:** []
- Área del conocimiento:** [] **Materia:** []

Forma 2: ANÁLISIS PEDAGÓGICO

- Nivel General al que va dirigido:**

Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato: Gen.
Bachillerato: Espec.	Universitaria	Tercer nivel	Doctorado
- Forma en que se utilizará:**

Autoaprendizaje	Asistir docente	En línea	Open Alone
- Perfil del usuario:**

Edad:	Sexo:	Nivel de escolaridad:	Idioma:
[]	[]	[]	[]
- Requisitos de conocimiento que se requieren:** []
- Cómo el sistema ayudará a resolver el problema:** []
- Requisitos que debe tener el usuario del área:** []
- Componentes:** []

Figura 2. Formatos a llenar en la fase de análisis

3.2 Fase de Planeación

Para lograr la creación del material educativo en tiempo y forma, es importante que en esta fase se designen a los responsables de cada trabajo, las actividades a desarrollar en cada etapa, así como las fechas de inicio y fin del mismo. Para ello nos apoyamos en formatos (figura 4) realizados para tal efecto, los cuales son simples, pero ayudan a tener un mejor control del proyecto a desarrollar.



Metodología: DECADE/COM
Desarrollo de Capacidades y Destrezas por Computadora
Desarrollo de software educativo

Especificaciones que tendrá el sistema			
Texto	Imágenes	Animaciones	Audio
Vídeo		Interacción	SD
Sistema Operativo en que correrá	Windows	Tipo de computadora en que correrá	Pentium IV
	Linux		Pentium V
	OTRO		Lap-Top

SELECCIÓN DE CONTENIDOS

- Identificación de temas y subtemas
- Selección de contenidos más relevantes

SECUENCIACIÓN DE CONTENIDOS

Unidades	Temas	Subtemas	Objetivo(en función de capacidades y destrezas)



Metodología: DECADE/COM
Desarrollo de Capacidades y Destrezas por Computadora
Desarrollo de software educativo

PREPARACIÓN DE CONTENIDOS

Responsable	Contenido	Medio (impreso/digital) Como se genera/difunde

Metodología: DECADE/COM
3
Fase de Análisis

Metodología: DECADE/COM
4
Fase de Análisis

Figura 3. Formatos a llenar en la fase de análisis



Metodología: DECADE/COM
Desarrollo de Capacidades y Destrezas por Computadora
Desarrollo de software educativo

FASE DE PLANEACIÓN

CLAVE DEL PROYECTO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TÉRMINO

INSTITUCIÓN SOLICITANTE

RESPONSABLES DEL PROYECTO

SOLICITANTE

1.-

TELÉFONO: EMAIL:

LÍDER TÉCNICO

2.-

TELÉFONO: EMAIL:

TÍTULO DEL SOFTWARE EDUCATIVO

FASE DE ANÁLISIS

Actividades:

PARTICIPANTES	EMAIL

Fecha de inicio: Fecha de término:

FASE DE PLANEACIÓN

PARTICIPANTES	EMAIL



Metodología: DECADE/COM
Desarrollo de Capacidades y Destrezas por Computadora
Desarrollo de software educativo

FASE DE DISEÑO

PARTICIPANTES	OBSERVACIONES

Fecha de inicio: Fecha de término:

FASE DE DESARROLLO

PARTICIPANTES	OBSERVACIONES

Fecha de inicio: Fecha de término:

FASE DE VALIDACIÓN

PARTICIPANTES	OBSERVACIONES

Fecha de inicio: Fecha de término:

FASE DE IMPLANTACIÓN

PARTICIPANTES	OBSERVACIONES

Fecha de inicio: Fecha de término:

FASE DE MANTENIMIENTO

PARTICIPANTES	OBSERVACIONES

Fecha de inicio: Fecha de término:

Figura 4. Formatos a llenar en la fase de Planeación

Para cada una de las fases, se debe llenar su propio formato, un ejemplo es mostrado en la Tabla 1, como ejemplo para la fase de Planeación. En la primera columna se describen las actividades a desarrollar, en la segunda columna se escribe el nombre del responsable de la fase, tanto para el equipo de la entidad contratante como el del equipo desarrollador, en la tercera y cuarta columna se marca a qué equipo pertenece el responsable, y en la quinta columna se escriben las fechas de inicio y fin de la actividad a desarrollar.

Tabla 1 Programación de actividades para la Fase de Planeación.

C= Entidad contratante D= Equipo de desarrollador

				Fecha	
Actividad a desarrollar	Responsable (s)	C	D	Inicio	Fin
Entrevista inicial					
(Definir título tentativo del		X	X		
Análisis Pedagógico		X	X		
Redacción del objetivo del material educativo					
Investigación bibliográfica					
Selección y secuenciación de los contenidos del software educativo a desarrollar		X	X		

3.3 Fase de Diseño

Esta etapa se compone de tres actividades importantes y que a continuación se describirán: Diseño Educativo/Pedagógico, Diseño de Interfaz y Diseño Computacional.

3.3.1 Diseño Educativo/Pedagógico.

Siguiendo el modelo T de Martiniano Román [8], se lista una serie de capacidades y destrezas a desarrollar con el sistema, como se muestra la parte inferior de la tabla 2, posteriormente, para cada subtema del temario a desarrollar, se redactan los objetivos específicos a alcanzar en función del desarrollo de las capacidades y destrezas propuestas, como se muestra en la sección de objetivos específicos de la tabla 2. Se seleccionan técnicas didácticas que faciliten la presentación de los contenidos, como: lectura dirigida, mapas mentales, mapas conceptuales, síntesis, cuadros sinópticos, simulaciones, aprendizaje basado en problemas, estudio de casos, entre otros, así mismo se registran los recursos didácticos digitales que se utilizarán para el diseño de la interfaz gráfica. La Tabla 2 muestra el ejemplo de un material educativo en donde se hace referencia a contenidos, objetivos específicos, técnicas didácticas, recursos didácticos y folio de los diseños de las interfaces.

Tabla 2 Modelo T de Unidad de aprendizaje: Las Medidas

Contenidos	Objetivos Específicos	Técnica Didáctica	Recursos Didácticos	Folio Diseño de Interfaz
1.-Sistema métrico decimal 1.1.- Medidas de longitud. El metro: múltiplos, y submúltiplos.	Clasificar y diferenciar las distintas unidades del SMD, midiendo objetos de su entorno	Exposición magistral, lectura dirigida, cuadros sinópticos	Imágenes, animaciones interactivas, audio, textos.	DI-Medidas-T1.1
1.2.- Medidas de capacidad. El litro: múltiplos y submúltiplos	Diferenciar las distintas unidades del SMD, comparando las unidades de capacidad.	Exposición magistral, lectura dirigida, cuadros sinópticos	Imágenes, animaciones interactivas, audios y textos.	DI-Medidas-T1.2

1.3 Medidas de masa. El kilo. múltiplos y submúltiplos	Comprobar el peso de diferentes objetos de su entorno, pesando en una báscula los mismos. Diferenciar entre los gr. kg, ton.	Exposición magistral, lectura dirigida, cuadros sinópticos	Imágenes, animaciones interactivas, audios y textos.	DI-Medidas-T1.3
2.-Medidas de tiempo 2.1.- El día: submúltiplos: horas, minutos, segundos Múltiplos: semana, mes, año, lustro, década, siglo.	Comprobar con el reloj y calendario, la división del día y del año.	Exposición magistral, lectura dirigida, cuadros sinópticos	Imágenes, animaciones interactivas, audio y textos.	DI-Medidas-T2.1
CAPACIDADES - DESTREZAS				
Manipular		Razonamiento lógico		
1. Medir 2. Comparar 3. Comprobar		1. Clasificar 2. Deducir 3. Diferenciar		

La quinta columna muestra el nombre del diagrama donde está el diseño instruccional de la interfaz de ese tema.

3.3.2 Diseño de Interfaz

En esta parte de la fase de diseño se debe elaborar el guión multimedia, definir las imágenes a utilizar tales como: fondos, botones, iconografía imágenes, así también su posición, los audios a grabar, edición del texto, selección de los efectos que

se requieran, música de fondo, videos y el sistema sistema navegacional que permita la interactividad en el sistema.

Un ejemplo de las plantillas en donde se plasman cada uno de los elementos multimedia se muestran en las figuras 5 a 8, que contiene diversos aspectos del Diseño de Interfaz.

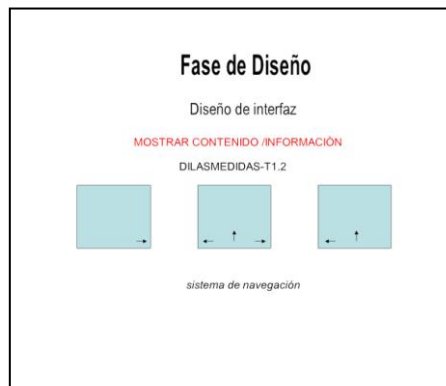


Figura 5. Diseño de Interfaz Parte 1

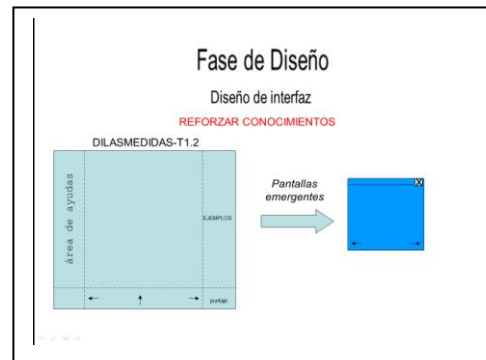


Figura 6. Diseño de Interfaz Parte 2

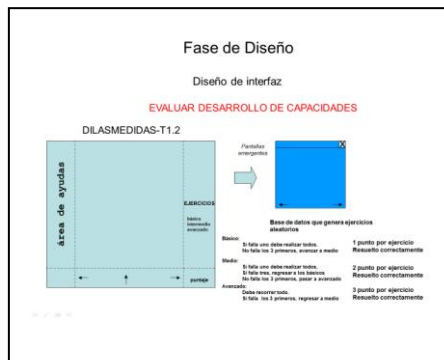


Figura 7. Diseño de Interfaz Parte 3

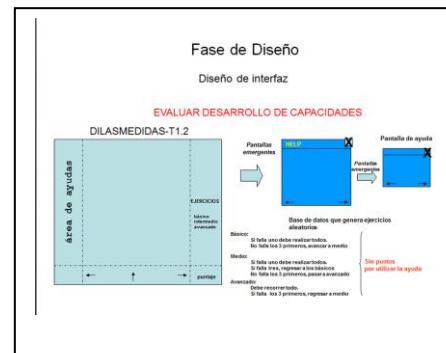


Figura 8. Diseño de Interfaz Parte 4

3.3.3 Diseño Computacional

En esta sección se define la estructura organizacional de las carpetas, el diseño de la base de datos (si el sistema lo requiere), la definición de estrategias para subirlo a internet en la plataforma del cliente o con terceros, también las estrategias de acceso al sistema. En la Figura 9 se muestra la estructura en donde se ubicarán todos los componentes de los materiales didácticos

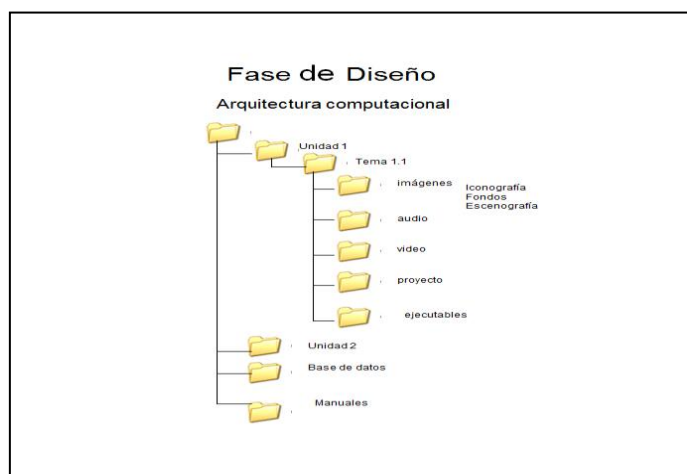


Figura 9. Estructura arborescente de carpetas del Diseño Computacional

3.4 Fase de Desarrollo

En esta fase se seleccionan las herramientas de acuerdo a como va a utilizarse el material educativo multimedia, para cumplir el objetivo pedagógico y cuando esté concluido, cómo se va a utilizar ya sea en modo stand-alone u orientado a la web, también debe considerarse si el sistema incluye base de datos. Así mismo se editan los elementos multimedia, fondos, textos, iconografía, imágenes, audios, videos, realiza la implementación del sistema siguiendo el diseño establecido para él mismo. Un ejemplo de integración de elementos multimedia gráficos, para la elaboración de una secuencia didáctica se muestra en las figuras 10 y 11.

La creación de los materiales educativos se realiza bajo un modelo genérico de desarrollo de sistema computacionales, excepto que todo el proceso se ve marcado por la tendencia de definir las capacidades y destrezas que ha de adquirir el alumno con los materiales estudiados bajo esta metodología, dicho tendencia se le denomina Eje de Capacidades y Destrezas.

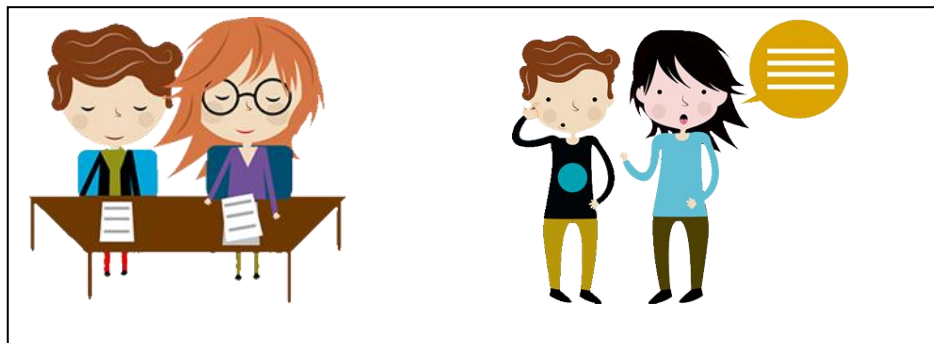


Figura 10. Ejemplo de integración de componentes multimedia



Figura 11. Ejemplo de integración de componentes multimedia

5 Fase de Pruebas

Las pruebas son realizadas, en principio, por los desarrolladores con el fin de encontrar errores en el sistema antes de que éste sea liberado, para esto se aplican formatos que contienen algunos de los tópicos indicados por Jacob Nielsen y los propuestos por la herramienta HEODAR, se aplican cuestionarios para determinar el grado alcanzado en el desarrollo de las capacidades y destrezas que se propusieron al momento de analizar la creación del sistema [9]

Los dos tipos de evaluaciones (de utilidad y usabilidad) se aplican al material elaborado, si alguna falla se debe volver a la fase de diseño, como se muestra en la Figura 1 de la metodología.

6 Fase de Implantación

Como su nombre lo indica, la implantación consiste en la instalación de la aplicación en el equipo donde el usuario final lo utilizará, de tal forma que pueda usarlo sin ningún problema. Para ver un ejemplo visitar el sitio <http://cidecame.uaeh.edu.mx/codaes> y http://cidecame.uaeh.edu.mx/apoya_educacion_basica

7 Resultados y Conclusiones

Es una metodología fácil de implementar, porque está basada en el modelo clásico de desarrollo de software, se ha aplicado en el desarrollo de material educativo como: Mitsy y las matemáticas, un viaje por las letras, historia y geografía del Estado de Hidalgo, en la creación de un MOOC de Precálculo, MOOC de Aprender a Aprender [13] y en el desarrollo de 36 libros digitales para la licenciatura en Ciencias Computacionales de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo [1], que sirven como apoyo en la docencia de las materias que se imparten en esa licenciatura con el objetivo de que los alumnos puedan tener mayores referencias de qué y cómo hacer algunas prácticas y ejercicios.

Referencias Bibliográfica

[1] Curiel A., & Pozas M. (2015), Apuntes digitales: Un apoyo a los programas educativos, UAEH

<http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/lcc.html>

[2] Bianchini A., 1992 "Metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas en ambientes multimedia"

<http://ldc.usb.ve/~abianc/Adelaide/mmm.pdf>

[3] Ceja, L, Nuevos ambientes de aprendizaje en el desarrollo del alumno en la UPIICSA. <http://www.somece.org.mx/memorias/2000/docs/313.doc>

[4] Cuevas, C ¿Qué es el Software Educativo o software para la enseñanza?

www.matedu.cinvestav.mx/~ccuevas/SoftwareEducativo.htm

[5] Eduteka Fundación Gabriel Piedrahita U. Taxonomía de Bloom

<http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3>

[6] Galvis A., 2012, Metodología del software educativo (ISE)

<http://mundoinformatico321.blogspot.mx/2012/12/metodologia-del-software-educativo-por.html>

[7] González, C. Sistemas Inteligentes en la Educación: Una revisión de las líneas de investigación actuales. Revista Electrónica de Investigación y evaluación educativa

http://www.uv.es/RELIEVE//v10n1/RELIEVEv10n1_1.htm

[8] Martiniano Román P., 2005, “Capacidades y valores como objetivos en la sociedad del conocimiento”, Arrayán Editores, Santiago de Chile.

[9] María I Rincón V, Verónica Lazcano M, Arturo Curiel A. Evaluación con Objetos de Aprendizaje en el Ambiente E-Learning MOODLE Mediante la Integración de Módulos Multimedia y el Instrumento HEODAR
<http://laclo.org/papers/index.php/laclo/article/view/65/60>

[10] Pere Márquez, 2010, Propuesta pedagógica: Una metodología de desarrollo de software para la enseñanza universitaria.

<http://www.redalyc.org/pdf/373/37319837005.pdf>

[11] Mamani E. (2013), Propuesta de un enfoque para el desarrollo de software Educativo intercultural,

http://www.academia.edu/4849494/Propuesta_de_un_enfoque_para_el_desarrollo_de_software_educativo_intercultural

[12] Gottenberg E. (2011), Propuesta pedagógica: Una metodología de desarrollo de software para la enseñanza universitaria,

<http://www.redalyc.org/pdf/373/37319837005.pdf>

[13] CODAES, 2016, Aprender a Aprender, Alojado en la plataforma CODAES con URL: <http://www.codaes.mx/entornos/personal/index>

II. Ambientes virtuales de enseñanza

Virtualización de lugares turísticos de difícil acceso como herramienta de rehabilitación motriz

Espinoza Galicia Carlos Arturo¹, Chavero Callejas Rogelio Alan²
^{1,2} División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Huichapan. Huichapan, Hgo., México,
¹cespinoza@iteshu.edu.mx, ²rachavero@iteshu.edu.mx

Resumen. Tras años de intensa investigación, la realidad virtual (RV) se encuentra en pleno auge. En la actualidad la realidad virtual se está plasmando en múltiples sistemas que permiten a los usuarios experimentar artificialmente todo tipo de sensaciones al realizar una actividad. El desarrollo de un entorno virtual de lugares turísticos de difícil acceso como lo es el prototipo Eco parque Los Arcos El Saucillo, ubicado en el municipio de Huichapan, Hgo., demuestra la capacidad de la realidad virtual como una herramienta de rehabilitación para personas con discapacidad motriz apoyada con el monitoreo continuo de fisioterapeutas para la evolución en las terapias del paciente. Todo esto con ayuda de Microsoft Kinect ® como medio de interfaz natural.

Palabras Clave: Discapacidad motriz, Kinect, Realidad Virtual, Rehabilitación.

1 Introducción

En la literatura se pueden encontrar muchas definiciones de realidad virtual (RV), posiblemente una de las más completas es la que propuso A. Rowell: “La Realidad Virtual es una situación interactiva por computador desde el punto de vista del participante, en la cual se sustituye o se aumenta la información sensorial que recibe” [1]. Una aplicación de realidad virtual es una simulación en el sentido de que se recrea un mundo virtual que solo existe como una representación digital en la memoria de un ordenador. El hecho de que la simulación sea interactiva es lo que distingue la realidad virtual de una animación. En una animación, al igual que en el cine, los espectadores son individuos pasivos en el sentido de que no pueden alterar el contenido de las imágenes que ven: éstas han sido grabadas previamente desde un determinado punto de vista o siguiendo una determinada trayectoria. En cambio, en un sistema de realidad virtual, el usuario puede escoger libremente su movimiento por la escena y, por tanto, sus acciones afectan de forma directa a las imágenes que este verá. Además, el usuario

puede improvisar su movimiento sobre la marcha, sin necesidad de tener que seguir un guion previo, pues el sistema de realidad virtual responderá en tiempo real a sus acciones.

Este prototipo demuestra la aplicación de la realidad virtual en un entorno real turístico de difícil acceso para las personas con discapacidad motriz como lo es el Eco Parque Los Arcos El Saucillo, ubicado en el municipio de Huichapan, Hidalgo, como una herramienta para la rehabilitación de personas con discapacidad, donde con ayuda de Microsoft Kinect® permita recorrer el entorno tal como si se encontrara realmente ahí, estimulando así la parte cognitiva y motriz del discapacitado por medio de pequeños movimientos. Que impacta en dos grandes objetivos, apoyar la rehabilitación motriz de una persona estimulada por el entorno y ofrecer un medio de difusión turística para el sitio modelado.

2 Estado del arte

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aborda un nuevo marco de referencia para la concepción de la discapacidad, y lo lleva a la práctica con la herramienta de Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF) [1]. De esta manera, el concepto de discapacidad a partir de la CIF evoluciona en la última década hacia un enfoque bio-psico-social y ecológico, superando la perspectiva bio-médica imperante hasta el momento. Las posibilidades de participación quedaron bajo la influencia de los factores contextuales y no son parte de la persona que presenta alguna deficiencia en sus funciones o estructurales corporales. Se aborda entonces la discapacidad como un concepto general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones en la participación.

De acuerdo con lo establecido en la CIF, la participación social de las personas con discapacidad depende de la accesibilidad del entorno. Es así como la accesibilidad toma importancia, como una condición que posibilita a las personas a desplazarse, llegar, entrar, salir y hacer uso de los espacios y servicios disponibles para la comunidad general. La poca o ninguna accesibilidad en el entorno resulta ser obstáculo o barrera para la participación social de las personas con discapacidad. Por otro lado, contar con espacios físicos accesibles y actitudes positivas hacia este grupo poblacional incidirá de forma efectiva en sus oportunidades de participación y, por ende, en su calidad de vida y desarrollo personal.

El uso de la Realidad Virtual dentro del campo de la Rehabilitación Motora en pacientes con Daño Cerebral Adquirido (DCA) es un hecho científicamente contrastado en los últimos años. Los prometedores y satisfactorios resultados que se

están obteniendo en esta línea de investigación como lo menciona la tesis de grado doctoral llamada “Rehabilitación Virtual Motora: Una Evaluación al Tratamiento de Pacientes con Daño Cerebral Adquirido” de Sergio Albiol Pérez, en conjunción con los procesos terapéuticos tradicionales, proporcionan el auge de un nuevo hito de la rehabilitación tradicional conocido como Virtual Motor Rehabilitation cuyo acrónimo es (VMR), describiéndolo como Rehabilitación Virtual Motora (RVM).

Hoy en día, el Daño cerebral Adquirido es uno de los principales problemas de discapacidad y muerte en el mundo [2], donde las metodologías propuestas dentro del campo de la rehabilitación tradicional, proporcionan resultados prometedores y esperanzadores [4]. No obstante, este tipo de terapias presentan inconvenientes como son la falta de motivación del paciente, que lleva a una limitada adherencia al tratamiento o limitaciones de tiempo, espacio o coste que surgen en el proceso rehabilitador.

3 Metodología usada

Como objetivo general se tiene presentar una herramienta que permita realizar ejercicios de rehabilitación, diseñados por un fisioterapeuta experto; y que al mismo tiempo el paciente conozca un lugar que en un entorno real le sería muy difícil o incluso imposible recorrer.

Como objetivos específicos, se tienen:

- Seleccionar una discapacidad a la cual enfrentar.
- Seleccionar un atractivo turístico de difícil acceso para virtualizar.
- Seleccionar una interface que permita reconocer los movimientos del cuerpo y los transforme en movimientos del avatar en el entorno virtual.
- Desarrollar un primer prototipo del modelo 3D.
- Seleccionar un grupo de personas para realizar pruebas.

3.1 Delimitación del proyecto.

Ya que el modelado de los lugares virtuales conlleva un trabajo extenuante en el diseño de todos los componentes que forman parte del ecosistema. Al igual que no se cuenta con el equipo adecuado para el renderizado del proyecto en su totalidad, se decidió que el proyecto se trabajaría por etapas, siendo estas las siguientes:

1. Desarrollo y modelado del primer prototipo austero del lugar turístico seleccionado de difícil acceso.
2. Búsqueda de alianzas estratégicas para la fase de pruebas del prototipo.
3. Búsqueda de financiamiento para la adquisición de la tecnología suficiente para el renderizado del proyecto final.

4. Liberación del proyecto e implementación como herramienta de rehabilitación en centros de rehabilitación públicos y privados
5. Modificación del proyecto como implementación de difusión turística por medio de realidad virtual a partir del modelado de los lugares turísticos de difícil acceso ya desarrollados.

3.2 Desarrollo de la primera etapa: Desarrollo y modelado del primer prototipo

Para el desarrollo de este proyecto de innovación tecnológica, como lo mencionan los objetivos específicos, primero se seleccionó el tipo de discapacidad a enfrentar y según la información proporcionada por el INEGI, donde menciona que el 58.3% de personas con discapacidad sufren de un problema para caminar o moverse [3], por tal, se decidió desarrollar el prototipo para este tipo de discapacidad, la discapacidad motriz.

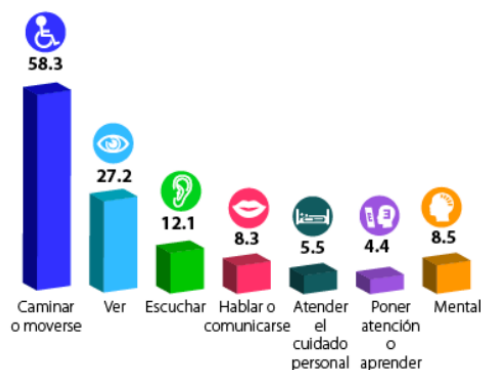


Fig. 1 Porcentaje de la población con discapacidad según dificultad en la actividad (año 2010) [3]

Posteriormente se seleccionó el lugar turístico a virtualizar, el cual tenía que cumplir con el aspecto de que fuera de difícil acceso para las personas con discapacidad motriz, por lo cual, uno de los lugares más representativos de Huichapan son los arcos del “Parque Eco turístico El Saucillo”, los cuales tienen las características de ser los más altos del mundo, tomando en cuenta la altura que representa el arco central desde el fondo de la cañada, este Parque Eco turístico se mostró como ideal, ya que no cuenta con infraestructura para recibir a personas con discapacidad motriz, careciendo totalmente de rampas y adecuaciones para este tipo de discapacidad; otro punto que favoreció la elección de este paraje, fue la cercanía al Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, y que está localizado solo a 5 minutos de distancia en automóvil.



Fig. 2 Parque Eco Turístico Arcos del Saucillo (Tomada el 13 de noviembre de 2015)

Posteriormente se tomaron múltiples fotografías del lugar, así como de las texturas como las de los arcos y las rocas que conformaban la cañada, utilizando la tecnología de VRML® (Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual, por sus siglas en inglés) se realizó el primer modelo 3D.



Fig. 3 Primer prototipo del modelado en #D utilizando la tecnología VRML®

Kinect® de Microsoft®, fue seleccionado como medio de interfaz natural de usuario ya que sus prestaciones para el seguimiento de los movimientos del cuerpo humano fueron los ideales para el proyecto, usando FFAST® (Flexible Action And Articulated Skeleton Toolkit) fue como se logró la interacción con el mundo virtual usando movimientos de las manos para desplazarse por el entorno.

Posteriormente y viendo las limitaciones de VRML, se optó por una tecnología que a pesar de que requiere mucho más poder de procesamiento gráfico, ofrecía mejores resultados, seleccionando a Blender® para modelar los elementos 3D y UDK® (Unreal Developer Kit) para la generación del entorno completo, dando como resultado el modelo que actualmente se tiene.

Una vez teniendo el modelo, se le agregó sonidos de ambientación como pájaros y viento.

A pesar de que el modelo era muy realista, aun se deseaba una mejor experiencia de usuario, por lo cual las pantallas con lentes 3D fueron las que dieron el toque final al modelo.

4 Resultados Experimentales

Como resultado de esta primera etapa de trabajo realizado se tiene:

- Modelado del Eco parque Los Arcos El Saucillo [Fig 4].
- Reconfiguración del script FFAST para el seguimiento del movimiento con discapacidad motriz [Fig 5].
- Implementación del prototipo en el museo de arqueología e historia de Huichapan y con los alumnos del Centro de Atención Múltiple 25 de Huichapan en el marco de la SNCYT 2015 [Fig 6].
- Aprobación de NAFIN para la adquisición del financiamiento por medio del programa de Crédito Joven del Instituto Nacional del Emprendedor.

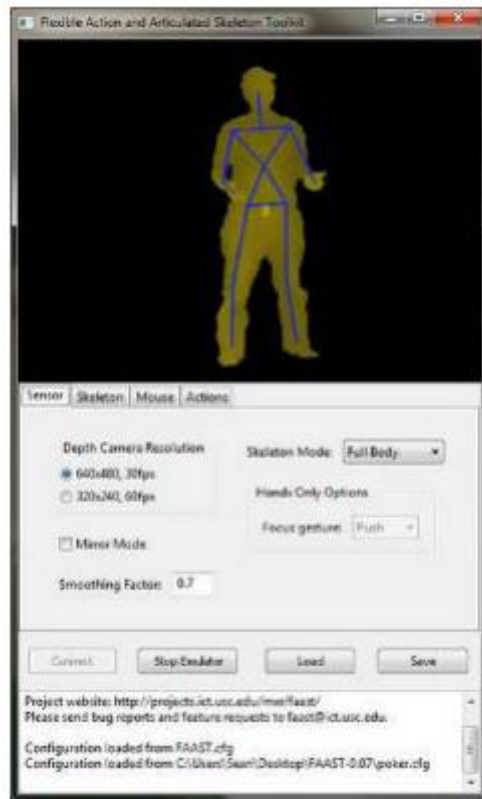


Fig. 4 Uso combinado de Kinect y FAAST para el seguimiento de cuerpo humano



Fig. 5 Captura del 2do modelo de virtualización utilizando Blender y UDK

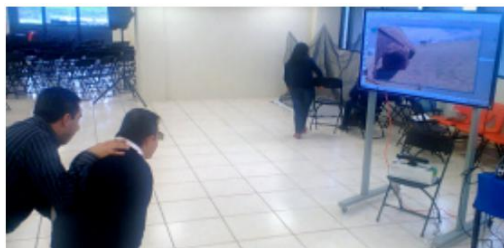


Fig. 6 Implementación del proyecto con alumnos del CAM 25.

Cabe destacar que, la implementación del prototipo como Sala Interactiva de Rehabilitación con 50 alumnos del CAM 25 durante 2 años el cual tuvo gran aceptación por parte de los alumnos, padres de familia y educadores de dicha institución, por lo que se están buscando las gestiones para formar un convenio de colaboración, para la implementación de los prototipos y los productos finales, para que el CAM 25 colabore como testing, contribuyendo al desarrollo e inclusión social de los alumnos.

Una prueba piloto que también tuvo grandes resultados, fueron las gestiones hechas con CECULTAH, para la implementación del prototipo como Sala Interactiva de Difusión Turística en el Museo de Arqueología e Historia de Huichapan tres fines de semana, teniendo una afluencia de 60 turistas diarios los cuales eran personas con y sin alguna discapacidad, recibiendo así excelentes comentarios e nuevas ideas de implementación.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros de Investigación

Como se pudo observar, con este proyecto se impacta directamente en los dos objetivos principales, el ofrecer una nueva herramienta de rehabilitación de fácil acceso para las personas con discapacidad motriz y un medio de difusión para zonas turísticas de difícil acceso, esto mediante la incorporación de tecnologías como realidad virtual, uso de Microsoft® Kinect® y un software de apoyo como FAAAST agregando a esto pantallas 3D y sonidos reales, se tiene un importante escenario que puede ser usado para estos y otros fines.

El proyecto hasta el momento ha dado excelentes resultados académicos, Por el momento se encuentra en proceso de incubación en el CIIE (Cetro de Incubación e Innovación Empresarial) de ITESHU.

Se ha presentado en varios foros obteniendo reconocimientos a nivel nacional como en la etapa nacional de Expociencias y Emprendedores, de la misma forma en la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología en el ITESHU donde contamos con alumnos del CAM (Centro de atención múltiple No. 25) los cuales probaron el proyecto. En el Primer Foro de Jóvenes Investigadores CITNOVA Hidalgo, E-Bussines Weekend del AMIPCI, Maratón de Negocios de Campus Party 2013, Aldea Telcel 2014.

Para trabajos posteriores se buscará llevar a cabo las siguientes etapas propuestas en el presente trabajo, teniendo como avance de la etapa tres, la aprobación de NAFIN, del crédito para la adquisición de equipo de cómputo para el renderizado del proyecto final. La inclusión de alumnos de residencias profesionales para el modelado de los entornos turísticos y la manufactura del nuevo producto para la difusión turística de los lugares a partir de los modelados para la rehabilitación de las personas con discapacidad.

Agradecimientos. Nos gustaría dar las gracias a los revisores por sus comentarios pertinentes, al ITESHU por su apoyo económico para el desarrollo de este proyecto, al CIIE ITESHU por sus gestiones con CECULTAH.

Referencias

- [1] Universidad Politécnica de Cataluña, «Capítulo 2 Introducción a la Realidad Virtual,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.cs.upc.edu/~virtual/SIG/guions/ArquitecturaRV.pdf>.
- [2] Organización Mundial de la Salud (OMS), «Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud,» *IMSERSO*, 2001.
- [3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía, «Discapacidad en México,» 2010. [En línea]. Available: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P..>
- [4] A. P. Sergio, *Rehabilitación Virtual Motora: Una Evaluación al Tratamiento de Pacientes con Daño Cerebral Adquirido*, Valencia, España, 2014.

CURRICULUM VITAE



DATOS PERSONALES

Nombre: Carlos Arturo Espinoza Galicia

Domicilio: Privada Manuel Antonio Rojo del Rio no. 23, Col. Calvario CP: 42400, Huichapan, Hgo.

Fecha de Nacimiento: 26 de noviembre de 1982

Teléfono: (045) 7737364381

Credencial de Elector: 0512071762778

CURP: EIGC821126HHGSLR07

No. de Cartilla Militar: C-5935047

E-mail: espinoza_vfp@hotmail.com cespinoza@iteshu.edu.mx

Sitio Web: <http://carlosespinoza.azurewebsites.net/>

FORMACIÓN ACADÉMICA

- Maestría en Ingeniería y Desarrollo de Software, Colegio de Posgrado de Desarrollo de Software, iniciando en Marzo de 2014 (titulación en tramite), 2014-2016
- Maestría en Educación Superior Área Administración y Gestión Educativa Obteniendo Mención Honorifica de aprovechamiento (Promedio de 9.68); Titulo en Tramite, Universidad La Salle, Pachuca Hgo. 2008-2010.
- Ingeniero en Sistemas Computacionales. Instituto Tecnológico de Pachuca 2000-2005 (Titulado, 9 de Marzo de 2006)
- Técnico en Computación. Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 59 1996-2000 (Titulado, 28 de Octubre de 2004)
- Secundaria Técnica No. 2, Cd. Sahagun, Hgo. 1994-1996
- Primaria Estado de Hidalgo. Cd. Sahagun, Hgo. 1988-1994

FORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- Taller-Curso “PHP, diseño de páginas web”, ITESHU, Julio 2015
- Taller-Curso “Introducción a Prolog”, ITESHU, Julio 2015
- Curso “Administración de Windows Server 2008”, Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo de Celaya, Junio 2014
- Certificación Oracle Certified Professional, Java SE 6 Programmer, Oracle, Septiembre 2013
- Curso “Redacción del artículo científico”, ITESHU, Agosto 2013
- Diplomado “Cableado estructurado” Optronics, Agosto 2013
- Curso-Taller: Auditor Interno de los Sistemas de Gestión de Calidad ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, MEG:2003, ITESHU, julio 2013
- Taller: Gestión del currículum, didáctica y evaluación de competencias desde el enfoque socio-formativo, ITESHU, junio 2013
- Curso “Latex” ITESHU, junio 2013
- Diplomado “Windows Phone 8 Application Development” Microsoft Mayo 2013
- Diplomado “Introducción a Windows Communication Foundation 4.0” TI-Capacitación Febrero 2013
- Curso “Instrumentos Virtuales con LabView” ITESHU Diciembre 2012
- Diplomado “Windows 8 Application Development” Microsoft Diciembre 2012
- Diplomado “Cloud Computing Development Solutions with Windows Azure”, Microsoft, Abril 2012
- Diplomado “Introducción al lenguaje de Programación Visual C# 4 con Visual Studio 2010” TI-Capacitación, Marzo 2012
- Curso-Taller: Competencias Profesionales en la instrumentación didáctica, Unidad de Desarrollo Empresarial, S.C., Enero 2012
- Curso-Taller: Tutoría, Unidad de Desarrollo Empresarial, S.C., Enero 2012
- Diplomado “Fundamentos de Desarrollo con HTML 5 e Internet Explorer 9” Microsoft, Diciembre 2011
- Curso Auditor Líder Interno en Sistemas de Gestión de la Calidad, COMPITE 29 de Septiembre de 2010
- Curso Auditorías Internas en Sistemas de Calidad, COMPITE 10 de Marzo de 2010
- Curso Interpretación de la Norma ISO 9001:2008, COMPITE 11 de Febrero de 2010
- Curso Acciones Correctivas y Preventivas, Medición, Análisis y Mejora de Procesos, 14 de Noviembre de 2009
- Curso Introducción a los Sistemas de Administración de la Calidad, 13 de Junio 2009
- Seminario Tecnológico Windows Vista, Microsoft 7 de agosto de 2008.
- Seminario Tecnológico SQL Server 2008, Microsoft 7 de Agosto de 2008.
- Curso de Inglés, Comprensión de Textos por la Universidad La Salle Pachuca, Agosto 2008
- Curso de Seguridad en Redes, Symantec de México. 2004
- Curso de Mercadotecnia, Colegio de México. 2000
- Curso de Inglés Básico Técnico enfocado a la computación, Instituto Tecnológico de Pachuca, 2003
- Curso Bases de Datos, Grupo Intercom, Curso en Línea, 2004
- Curso Bases de SQL Server, Grupo Intercom, Curso en Línea, 2004
- Curso Programación en C, Grupo Intercom, Curso en Línea, 2004
- Curso Virus y Ataques Externos, Grupo Intercom, Curso en Línea, 2004
- Curso Redes Inalámbricas, Grupo Intercom, Curso en Línea, 2004
- Curso Como vender mas, psicología aplicada a las ventas, Grupo Intercom, Curso en Línea, 2004

EXPERENCIA LABORAL

1. Docente Investigador en la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, actualmente laborando, Jefe Inmediato Lic. Marcos Mendoza, participando en las siguientes actividades:
 - a. Semestre Agosto – Diciembre 2011
 - i. Materias Impartidas
 1. Matemáticas Discretas
 2. Fundamentos de investigación
 3. Sistemas Operativos
 4. Lenguaje Ensamblador
 - ii. Asesorías de las materias:
 1. Lenguaje Ensamblador
 2. Taller de Investigación
 - iii. Proyectos de Investigación:
 1. Integración de tecnologías EPC, RFID en estándares de programación para el control y seguimiento de activos en el ITESHU
 2. Sistema tipo BPM/ERP para PyMES
 - b. Semestre Enero – Julio 2012
 - i. Materias Impartidas
 1. Programación Orientada a Objetos
 2. Tópicos Avanzados de Programación
 3. Inteligencia Artificial
 4. Interfaces
 - ii. Tutorías
 1. 2do Semestre de Sistemas
 - iii. Asesoría a Materias para exámenes Globales/Especiales
 1. Fundamentos de Programación
 2. Sistemas Operativos
 3. Taller de Base de Datos
 - iv. Proyectos de Investigación
 1. Sistema tipo BPM/ERP para PyMES
 - v. Concursos
 1. 1ra Ronda Internacional de Imagine Cup 2012
 - vi. Asesoría a Residencias Profesionales
 1. Reingeniería del Carrito de Compras, Grupo Adorote.
 - vii. Sinodal de Titulación
 1. Maribel Paz Sánchez
 2. Diana Zúñiga Rivera
 - viii. Coordinador del Student Club Ixiptlayot
 - c. Semestre Agosto – Diciembre 2012
 - i. Materias Impartidas
 1. La Tecnología y su Entorno
 2. Graficación
 3. Fundamentos de Programación
 4. Fundamentos de Ingeniería de Software
 - ii. Tutorías
 1. 1er Semestre de Sistemas
 - iii. Asesoría a Materias para exámenes Globales/Especiales
 1. Graficación
 2. Fundamentos de Base de Datos
 3. Fundamentos de Programación
 - iv. Proyectos de Investigación
 1. Sistema Tipo BPM/ERP para PyMES
 - v. Producción Académica (artículos publicados en congresos)
 1. Conjuntando CloudComputing y Tecnologías EPC y RFID, Congreso Nacional y Congreso Internacional de informática y Computación, Octubre 2012, ISBN: 978-607-707-563-9
 2. MarketMatic, un Ejemplo de uso de Cloud Computing y Tecnologías EPC y RFID, 5º Congreso Nacional de Mecatronica y Tecnologías Inteligentes, Septiembre 2012, ISBN: 978-607-95556-1-0
 - vi. Talleres impartidos en el Congreso Nacional de Mecatronica y Tecnologías Inteligentes

1. Servicios Web
2. Programación Paralela con C#
- vii. Sinodal de Titulación
 1. Julio César Zamudio Montalvo
 2. José Luis Gómez Hernández
- viii. Conferencias Impartidas
 1. TIC's para el apoyo educativo
- ix. Participación en Concursos:
 1. Etapa Local de Expociencias y Emprendedores 2012, proyecto "MarketMatic"
 2. Etapa Estatal de Expociencias y Emprendedores 2012, proyecto "MarketMatic"
- x. Coordinador del Student Club Ixiptlayot
- xi. Participación como Jurado en la etapa Estatal de Expociencias y Emprendedores Pachuca 2012
- d. Semestre Enero – Julio 2013
 - i. Materias Impartidas
 1. Programación Orientada a Objetos
 2. Inteligencia Artificial
 3. Productividad Laboral
 4. Graficación
 5. Lenguajes de Interfaz
 - ii. Tutorías
 1. 2do Semestre Sistemas
 - iii. Asesoría a Materias para exámenes globales/especiales
 1. Graficación
 2. Sistemas de Base de Datos
 3. Taller de Base de Datos
 4. TIC's
 - iv. Sinodal de Titulación
 1. Edgar Guerrero Zamudio
 - v. Proyectos de Investigación
 1. Sistema Tipo BPM/ERP para PyMES
 - vi. Secretario de Academia de la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales
 - vii. Coordinador del Student Club Ixiptlayot
- e. Semestre Agosto – Diciembre 2013
 - i. Materias Impartidas
 1. Fundamentos de Programación
 2. Taller de Base de Datos
 3. Simulación
 4. Programación de Dispositivos Móviles
 5. Sistemas Programables
 - ii. Asesoría a Materias para exámenes globales
 1. Taller de Base de Datos
 - iii. Producción Académica (artículos publicados en congresos)
 1. Ofuscador de Código para Macros de Microsoft Excel, Segundo Congreso de Administración e Ingeniería Industrial, CADII 2013, Septiembre 2013, ISBN: 978-607-95556-2-7
 2. Prototipo Didáctico de Brazo Robot desde el Contexto del estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Congreso Nacional y Congreso Internacional de informática y Computación, Octubre 2013, ISBN: en tramite
 - iv. Talleres Impartidos en el Segundo Congreso de Administración e Ingeniería Industrial 2013:
 1. Windows 8.1
 - v. Conferencias
 1. El campo profesional del ingeniero, SNCyT en ITESHU, octubre 2013
 - vi. Proyectos de Investigación

1. Programación de un Brazo Robótico Didáctico
- vii. Asesor de Residencias Profesionales
 1. Módulo de Indicadores para el Sistema Integral de Gestión Administrativa (SIGA)
 2. Desarrollo e Implementación del Módulo de Control de Inventarios para San Sebastián Tenochtitlán S.P.R. de R.L
- viii. Participación en Concursos:
 1. 1er lugar en la etapa Local de Expociencias y Emprendedores 2013, proyecto “Turismo para personas con discapacidad”
 2. 1er lugar en la etapa Estatal de Expociencias y Emprendedores 2013, proyecto “Turismo para Personas con Discapacidad”
 3. Participación en la etapa Nacional de Expociencias y Emprendedores 2013, proyecto “Turismo para personas con Discapacidad”
- ix. Participación en Proyectos con el Sector Productivo:
 1. Planta Biotecnológica para cultivar micro algas y procesamiento para producir alimento balanceado para productos acuícolas
- x. Presidente de Academia de la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales
- xi. Coordinador del Student Club Ixiptlayot
- f. Semestre Enero – Julio 2014
 - i. Materias impartidas:
 1. Circuitos Eléctricos y Aplicaciones Digitales
 2. Graficación
 3. Lenguaje de Interfaz
 4. Tecnologías de Computo en la Nube
 - ii. Asesoría a materias para exámenes globales
 1. Simulación
 2. Tecnologías de Computo en la Nube
 3. Lenguaje de Interfaz
 4. Principios eléctricos y aplicaciones digitales
 - iii. Talleres impartidos dentro del ITESHU
 1. Java Programmer SE6
 - iv. Proyectos de Investigación
 1. Programación de un Brazo Robótico Didáctico
 - v. Asesor de residencias profesionales
 1. Página dinámica de servicio social
 - vi. Presidente de Academia de la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales
 - vii. Coordinador del Student Club Ixiptlayot
- g. Semestre Agosto – Diciembre 2014
 - i. Materias impartidas
 1. Programación de Dispositivos Móviles
 2. Sistemas Programables
 3. Simulación
 - ii. Asesoría a materias para exámenes globales
 1. Fundamentos de base de datos
 2. Lenguaje de interfaz
 3. Sistema Programables
 4. Simulación
 - iii. Producción academia (artículos publicados en congresos)
 1. Congreso Nacional de Mecatronica, Tecnologías de la Información, Energías Renovables e Innovación Agrícola (CONAMTI 2014)
 - a. Programación de un Brazo Robótico Didáctico
 - b. Prototipo de lenguaje de alto nivel para el manejo de robot didáctico
 - c. Sistema de Monitoreo de Variables
 - d. Aplicación Web para el Control de citas bajo herramientas y librerías Open Source.

- e. Rediseño de los Circuitos Lógicos en Computación, usando un Sistema Ternario, Descubriendo sus Ventajas y Desventajas.
 - 2. XXVII Congreso Nacional y XII Congreso Internacional de Computación e Informática ANIEI 2014
 - a. Luxury I: Lenguaje para control de motores a pasos.
 - iv. Proyectos de Investigación
 - 1. Programación de un Brazo Robótico Didáctico
 - v. Talleres Impartidos
 - 1. Aplicaciones Móviles con Windows Phone (CONAMTI 2014)
 - 2. Programación con Kinect (CONAMTI 2014)
 - 3. Desarrollo de aplicaciones en la nube con Windows Azure (8vo Congreso Nacional de Tecnologías de Información 2014, ITSan Juan del Rio)
 - vi. Asesor de Residencias Profesionales
 - 1. Aula colaborativa inteligente
 - 2. Sistema para la elaboración de cotizaciones en la empresa SOLUEMPAK.
 - 3. Sistema de control de calificaciones de alumnos y expedición de constancias
 - 4. Sistema Reportes Finales de Equipos de Cómputo (SRFEC)
 - vii. Participación en concursos
 - 1. Expociencias Local y Estatal 2014
 - viii. Participación en Proyectos con el Sector Productivo:
 - 1. Aula colaborativa inteligente
 - ix. Presidente de Academia de la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales
 - x. Coordinador del Student Club Ixiptlayot
- h. Semestre Enero - Julio 2015
 - i. Materias impartidas
 - 1. Taller de Investigación I
 - 2. Tecnologías de computo en la nube
 - 3. Principios eléctricos y aplicaciones digitales
 - ii. Asesoría a materias para exámenes globales
 - 1. Fundamentos de programación
 - 2. Programación de dispositivos moviles
 - iii. Proyectos de Investigación
 - 1. Programación de un Brazo Robótico Didáctico
 - iv. Presidente de Academia de la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales
- i. Semestre Agosto – Diciembre 2016
 - i. Materias Impartidas
 - 1. Conmutación y enrutamiento de redes de datos
 - 2. Fundamentos de Investigación
 - 3. Sistemas Programables
 - 4. Taller de Base de Datos
 - 5. Taller de Investigación II
 - ii. Asesoría a materias para exámenes globales
 - 1. Fundamentos de base de datos
 - 2. Lenguajes de Interfaz
 - 3. Taller de Investigación I
 - iii. Proyectos de Investigación
 - 1. Plataforma para la administración de datos para IoT
 - iv. Productividad académica
 - 1. Programación de un brazo robótico como proyecto integrador en ISC
 - 2. Turismo virtual como herramienta de rehabilitación motriz
 - v. Asesor de residencias profesionales
 - 1. Diseño e implementación de una arquitectura virtualizada en alta disponibilidad para hosting de una aplicación de Oracle®

2. Migración de un módulo en Oracle 10g a Oracle 11g r2 aplicando las mejores prácticas
 - vi. Participación en concursos
 1. Expociencias y Emprendedores 2015 etapa nacional, proyecto IoT Cloud
 - j. Semestre Enero – Julio 2016
 - i. Materias Impartidas
 1. Lenguaje de Interfaz
 2. Fundamentos de Base de datos
 3. Principios Eléctricos y Aplicaciones digitales
 4. Programación de dispositivos móviles
 - ii. Asesoría para exámenes globales y especiales
 1. Telecomunicaciones
 2. Simulación
 3. Taller de Investigación II
 - iii. Proyectos de Investigación
 1. Plataforma para la administración de datos para IoT
 - iv. Productividad académica
 1. Ponencia, Programación de un brazo robótico didáctico desde el contexto del ingeniero en sistemas computacionales.
2. Docente a nivel medio superior y superior en la Universidad del Nuevo México, Campus Huichapan. Jefe Inmediato MDP Rosalía Ariadna López Zapiàn .
 3. Asesor Externo del Área de Sistemas, Traslados Universales S.A. Jefe inmediato Ing. Andrés Montaña Sánchez.
 4. Coordinador del Área de Sistemas, Traslados Universales S.A. de C.V. Dando soporte técnico y de desarrollo de software a las bases de Cd. Sahagun Hidalgo y Monterrey Nuevo León, Encargado del Desarrollo de Software y Base de datos; desarrollando sistema de Seguimiento mediante GPS y J2ME; Mantenimiento de la Página web de la empresa; utilizando herramientas como: ASP.Net, VB.Net, C#, Visual Studio 2010, SQL Server, Windows Server 2000 y 2008, J2ME, Web Services; Jefe Inmediato Ing. Andrés Montaña Sánchez (agosto 2008-Julio 2011)
 5. Coordinador del Área de Capacitación de Traslados Universales, coordinando y preparando cursos para la capacitación del personal en las áreas Operativa y Administrativa, Jefe Inmediato Ing. Andres Montaña Sanchez (Agosto 2008-Julio 2011)
 6. Integrante del Comité de Calidad ISO 9001:2008 de Traslados Universales, con capacitación como Auditor Líder Interno y habiendo participado dentro de 4 auditorías externas, una de ellas de recertificación por parte de BSI y 4 auditorías internas participando como auditor, Jefe Inmediato Ing. Andres Montaña Sanchez (Agosto 2008-Julio 2011)
 7. Profesor Instituto Tomas Garrigue Masaryk, Impartiendo materias como Informática y Física(Agosto 2009-Julio 2011), Jefe Inmediato M.A. Maricarmen Rivas Hernandez.
 8. Asesoría en TI además de Reparación y Mantenimiento de equipo de Cómputo desde 2006 (desarrollando en tiempos libres).
 9. Encargado del área de desarrollo de software, Grupo Financiero FRABESA SOFOM; Encargado de desarrollar software para la administración de la SOFOM utilizando tecnologías .Net de Microsoft, Jefe Inmediato: Maricruz López Mera, Septiembre 2009-Diciembre 2010.
 10. Programador, Gestor México, BBVA Bancomer, Proyecto SegProy, Jefe Inmediato: Martin Oliver Morales, Agosto 2009
 11. Encargado del laboratorio de computo en la Preparatoria Fray Toribio De Benavente, a cargo de 24 estaciones de trabajo y un servidor, desarrollo de sistema de administración en Visual Studio 2005, ASP.Net y VB.Net Jefe inmediato: Ing. Ludmila Holkova Oborna, directora del Plantel.
 12. Asesor para trabajo de prácticas profesionales de jóvenes de diversas instituciones educativas y asesor de proyectos de Ciencia y tecnología de la preparatoria, destacando Software de Ingles y transmisor de datos por medio de la red eléctrica. Jefe inmediato: Ing. Ludmila Holkova Oborna, Directora del Plantel.
 13. Titular del Área de Informática y Docente en la Preparatoria Fray Toribio de Benavente, con 6 Materias por semestre, entre las que destacan: Lógica computacional y programación, Base

de Datos I y II, Redes, entre otras. Jefe inmediato: Ing. Ludmila Holkova Oborna, directora del Plantel.

14. Profesor en Grupo Educativo DATCOM (CD. Sahagún, Hgo.) Teniendo a mi cargo 8 grupos, impartiendo materias como Base de Datos, Programación, Redes, Contabilidad Digital y Paquetería Diversa.
15. Prácticas Profesionales en Refinería “Miguel Hidalgo” de PEMEX en el Área de Procesos de Información, Desarrollo de Sistema de Seguimiento de Compras para la Intranet de la Empresa. Jefe Inmediato. ISC José de Jesús Ramírez. Director del Departamento. 2005
16. Servicio Social en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo en el centro de cómputo de Matemáticas Aplicadas, teniendo a cargo 30 estaciones de trabajo y un servidor, mantenimiento de la red y equipo de cómputo. Jefe inmediato: ISC Robles., Administrador del Centro de Cómputo. 2004.
17. Servicio Social en la Secretaría de Turismo del Estado de Hidalgo, en el departamento de Informática, dentro del programa Servicios Informativos por Internet. Jefe Inmediato: Lic. Lida Olivares. 2004.
18. Prácticas Profesionales en la empresa: MILAND (Maquilas Industriales Landaverde), Desarrollo de sistema informático para el control de proveedores. Jefe Inmediato: Lic. En Finanzas Arturo Landaverde Miranda. 1999
19. Prácticas Profesionales en Despacho contable privado, Desarrollo de Sistema de Contabilidad. Jefe Inmediato: C.P. Emilio López Arrollo. 1999.
20. Trabajo desarrollado en la Empresa “Espigal Multicosturas”, Software de Nómina y Recursos Humanos. Jefe Inmediato Rosa Adriana Galicia Delgadillo. 1998.

IDIOMAS

- Curso de Inglés, Comprensión de Textos por la Universidad La Salle Pachuca 2007
- Nivel Básico de Inglés hablado y escrito enfocado a la computación. Estudiado mientras cursaba estudios de la Ingeniería en Sistemas Computacionales; Noviembre 2003.

INFORMÁTICA

- Dominio del entorno Windows, Windows NT, Windows 2003 y 2008 Server y de los siguientes programas de Microsoft: Word, Excel, PowerPoint, Publisher, Access, Project, FrontPage, Visio, One Note, Outlook, Outlook Express, Internet Explorer.
- Dominio de Internet y Correo Electrónico.
- Conocimiento y uso de manejadores de Base de Datos como Microsoft SQL Server 2000 y 2008 Express Edition, Access y MySQL.
- Dominio de programación en los siguientes lenguajes: Visual Basic 6.0, C, C++, Visual FoxPro, Cobol, Java, PHP, HTML, ASP, ASP.NET, Visual Basic.NET, C#.NET y plataforma Network.NET desde 1.1 hasta 4.0 además de conocimiento de desarrollo para dispositivos móviles con Visual Studio 2012 y Windows Phone 7.5, 8.0 con Visual Studio 2012, XAML y WPF.
- Conocimiento de Programas como: Dreamweaver y Flash de Macromedia, AceHtml y AceFtp de Visicomedia, COI, NOI, SAE de ASPEL, Autocad, PhotoShop, Corel Draw.
- Dominio y conocimiento de Redes informáticas, Implantación. Seguridad, Monitoreo y Mantenimiento.
- Conocimiento del Entorno Linux y Solaris
- Dominio de Instalación y mantenimiento de PC 's en todas sus partes, Hardware y Software.

OTROS

- Deportes: Tae Kwon Do (Cinta Roja), Squash, Natación.
- Pasatiempos: Música, Leer, Bailar, etc.

ISC con experiencia en administración de proyectos

Rogelio Alan Chavero Callejas
Domicilio: Isaac Rivera Corchado No. 13, Barrio El Calvario
Huichapan Hidalgo C.P. 42400
Fecha de nacimiento: 08 de septiembre de 1991
CURP: CACR910908HHGHLG04
No. Cartilla Militar: D-0606845
Estado civil: Soltero
Teléfono Móvil: 773 680 7100
Correo Electrónico: roy_allanch@hotmail.com



Experiencia Profesional

Técnico Docente Asignatura A

Instituto Tecnológico Superior de Huichapan 11-2014 (Actualmente)

- Elaboración de modelos formales basados en sistemas de computación, para la automatización de procesos.
- Elaboración o modificación de programas de cómputo, Asesoramiento al personal administrativo en problemas relacionados con el desarrollo de sus actividades.
- Apoyo técnico en la operación de equipos de TIC's.
- Impartición de clases a divisiones de Ingeniería en Gestión Empresarial e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

Supervisor de Sistemas SERVICOMPUR SA DE CV 02/2014 – 10/2014

- Responsable de generación de Nominas de 10 diferentes contribuyentes.
- Mantenimiento del Equipo de Cómputo, así como de la gestión del nuevo software implementado para las declaraciones múltiples, informativas y anuales correspondiente al ejercicio 2013 y 2014 entorno a la nueva reforma fiscal 2013.
- Captura y gestión de los ingresos y egresos de los contribuyentes de Régimen de Incorporación Fiscal.
- Responsable de la presentación de las Declaraciones Informativas de Operaciones con Terceros.

- Responsable de la Facturación del despacho y de algunos clientes del despacho.

Analista-Programador Centro Avanzado de Desarrollo de Software (CADES) de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato (2013).

- Programación de pantallas del módulo de compras del SIGA (Sistema Integral de Gestión Administrativa).
- Elaboración de documentación de proyectos externos de CADES.

MSP IT PRO Microsoft (2013)

- Difusión de conocimiento a través de talleres, cursos, conferencias sobre las TI con estudiantes y público en general.

Líder General Student Tech Club Ixiptlayotl Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (2011-2013)

- Manejo hasta 250 integrantes en 3 diferentes Instituciones en Huichapan Hidalgo.
- Responsable de la planeación y gestión de proyectos y talleres dentro del Student Club.
- Implementación y evangelización en diferentes instituciones de las tecnologías Microsoft.

Líder de proyecto Turismo para Personas con Discapacidad Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (2013)

Proyecto con la finalidad de acercar los atractivos turísticos a toda la población por medio de la virtualización y el uso de las tecnologías de Kinect, realidad virtual y 3D así como una alternativa de rehabilitación para las personas con discapacidad.

Logros:

- Primer lugar en la categoría Turismo en la 2do Foro de Expociencias y Emprendedores Huichapan 2013.
- Primer lugar en la categoría Computación y Software en el 5to Foro Nacional de Expociencias y Emprendedores Pachuca 2013.
- Participación en Expociencias Mazatlan 2013.
- Participación en el E-Bussines Week AMIPCI 2013.
- Participación en el Primer Foro de Jóvenes Investigadores COCYTEH 2013.
- Aceptación al proceso de incubación por parte de la CIE-ITESHU 2014.

Líder de proyecto MarketMatic Instituto Tecnológico Superior de Huichapan 2012.

Proyecto con la finalidad de monitorear los activos dentro de un lugar por medio de la tecnología EPC-RFID mediante una plataforma web en la nube.

- Primer lugar en la categoría Computación y Software Primer Foro Expociencias y Emprendedores Huichapan 2012.
- Participación en el 4to Foro Nacional de Expociencias y Emprendedores Pachuca 2012.

Analista-Programador Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (2012)

Con el Proyecto Integración de tecnologías EPC, RFID en estándares de programación para el control y seguimiento de activos en el ITESHU.

Escolaridad

Ingeniería en Sistemas Computacionales Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, Generación 2009-2013 (Titulado)

Idiomas

Inglés 70%

Cursos y Diplomados

Diplomado HTML 5 & INTERNET Explorer 9 Developer Fundamentals (Línea) Microsoft México (Diciembre 2011)

Curso Páginas Web CONAMTI Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (2009)

Como Organizador

Primer Feria de Computo Verde Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (2013)

Apps Adventure Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (2013)

Cursos y conferencias impartidos

Curso Windows 8.1 en el Congreso Administración e Ingeniería Industrial (2013)

Curso Autores Wiki en el Congreso Administración e Ingeniería Industrial (2013)

Curso Office 365 en el Congreso Administración e Ingeniería Industrial (2013)

Taller HTML 5 5° en el Congreso Nacional de Mecatrónica y Tecnologías Inteligentes (2012)

Curso Windows 8 en COBAEH Plantel Huichapan (2012)

Curso Windows Phone 7.5 en el Instituto Tecnológico Superior de Huichapan (2012)

Habilidades técnicas

- Manejo de Windows 2000, Professional, XP, Vista, 7, 8 y 8.1.
- Manejador de Base de Datos: Access, SQL Server, SQL Azure.
- Virtualización de escritorio con Virtual PC, Virtual Box.
- Herramientas de Diseño (Fireworks, Flash, Microsoft Blend).
- Manejo de Visual Studio 2010, Eclipse, NetBeans.
- Manejo de WebMatrix.
- Manejo de los lenguajes de JSP, ASP, PHP, AJAX, HTML, C#, VB .Net 4.0.

Competencias y habilidades: Orientación a resultados, capacidad de análisis, empatía, liderazgo, facilidad de palabra, proactivo, puntual y alto sentido de responsabilidad

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE EVALUACIÓN DE PROGRAMAS ENFOCADOS EN EL USO Y LA APROPIACIÓN EDUCATIVA DE TIC EN LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA COLOMBIA

Luis Alfonso Caro Bautista Y Nadia Sofía Flores Rodríguez

lcaro@areandina.edu.co nflores@areandina.edu.co

Fundación Universitaria del Área Andina

Observatorio Pedagógico de Integración Multimedia OPIM-

Fundación Universitaria del Área Andina. Cra 14ª # 70ª34 Bloque B Piso 2 Bogotá
–Colombia

Resumen:

A nivel mundial diversos gobiernos han realizado grandes inversiones para incluir la tecnología en la sociedad, en particular para integrar el uso de dispositivos tecnológicos en el ámbito educativo. Pese a estas inversiones, son pocos los esfuerzos que se han realizado para medir el efecto de estas medidas a través de indicadores claros.

La propuesta se orienta al diseño de un modelo de seguimiento y de evaluación de programas enfocados al uso y apropiación educativa de las TIC en la región Bogotá /Cundinamarca Colombia. Este proyecto permite construir conocimiento sobre el impacto de las TIC en IE.

El desarrollo e implementación de modelos de evaluación de resultados y de impacto de las TIC en el ámbito educativo, serán herramientas valiosas para responder a preguntas relacionadas con el efecto de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje a corto y largo plazo, estableciendo elementos fundamentales que deben considerarse para la articulación de políticas educativas (Kikis, Scheuermann, & Villalba, 2009). Así mismo, estos modelos permitirán evaluar el impacto que tienen los programas con el uso de TIC, en términos de las fortalezas y debilidades que tienen dichos programas.

Palabras Claves: Evaluación, TIC, Modelo, Didáctica, Pedagogía,

Objetivo General:

Diseñar un modelo de evaluación de materiales educativos soportado en TIC en IE de la región de Cundinamarca y Bogotá.

Específicos:

Realizar una revisión teórica de los sistemas de evaluación de materiales educativo con el uso de TIC, desde referentes nacionales e internacionales.

Construir un modelo de evaluación de materiales educativo con el uso de TIC.
Sistematizar, analizar la información obtenida para generar propuestas a las IE participantes.

Implementar el modelo de evaluación de materiales educativos con el uso y apropiación de TIC.

Realizar una prueba piloto de la implementación de los modelos diseñados con el fin de generar recomendaciones para la mejora de los mismos.

Introducción:

Los cambios que han surgido a nivel mundial han llevado a que los gobiernos realicen grandes inversiones para incluir la tecnología en la sociedad, en particular para integrar el uso de dispositivos tecnológicos en el ámbito educativo así, como las capacitaciones de los actores involucrados en los procesos educativos, dotación de infraestructura tecnológica, y la generación de estrategias para la apropiación de estas tecnologías

Si bien se han realizado indicadores que demuestran la cantidad de estudiantes por computador, porcentaje de colegios con acceso a internet, entre otros. Estos indicadores no permiten medir aspectos que deberían ser prioritarios en las políticas educativas actuales, tales como los usos de la tecnología en los colegios o si este uso apoya los nuevos ambientes de aprendizaje, entre otros (European Union/OECD, 2009).

Sin embargo, el estudio de indicadores orientados a medir el efecto de estos programas en la educación, aprendizajes y competencias tecnológicas adquiridas han sido poco o nada realizada directamente con los actores involucrados. Por tal razón identificamos la necesidad de indicadores permitan realizar un seguimiento progresivo a la integración de las TIC y aportar información sobre la frecuencia y propósito de uso de las mismas.

Por otra parte, además de hacer una medición del impacto que tienen los programas enfocados en el uso educativo de las TIC, es indispensable adelantar estrategias para el seguimiento y evaluación de los mismos. Un modelo de seguimiento sería una herramienta valiosa tanto para quienes ejecutan los programas, como para las entidades que los financian y que definen los propósitos generales que se deben perseguir con la implementación de estas iniciativas. El seguimiento permite evaluar periódicamente si se están logrando los propósitos definidos en un programa, abriendo la posibilidad de adoptar acciones correctivas en caso que no se estén alcanzando los objetivos planteados inicialmente.

El desarrollo e implementación de modelos de evaluación de resultados y de impacto de las TIC en el ámbito educativo, son herramientas valiosas para responder a preguntas relacionadas con el efecto de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje a corto y largo plazo, estableciendo elementos fundamentales que deben considerarse para la articulación de políticas educativas (Kikis, Scheuermann, & Villalba, 2009). Asimismo, estos modelos permitirán evaluar qué impacto tienen los programas donde se usa las TIC, para generar propuestas y alternativas adaptadas a las realidades de cada una de las IE:

ANTECEDENTES

Este trabajo de investigación, le antecede el trabajo realizado en una primera fase, el cual consistía en la "Construcción y evaluación de una propuesta metodológica enfocada en mejorar las experiencias de aprendizaje en tecnología mediante el uso educativo de herramientas TIC." El cual se desarrolló en el marco de una convocatoria interna nacional para la conformación de los bancos de programas de investigación en innovación educativa con uso de las tecnologías de la información y la comunicación "TIC-", formulado por el Ministerio de Educación Nacional y Colciencias para el año 2013. (Código: 1101-999-38453). Con el desarrollo de esta propuesta de investigación se buscaba contribuir a la construcción de una metodología para la enseñanza y aprendizaje de tecnología en los grados, décimo y undécimo de colegios del Departamento de Cundinamarca y Bogotá D.C., Colombia señalados aquí como Escuelas Innovadoras EI.

Por lo anterior se planteó abordar la problemática de construcción de currículos de tecnología desde lo pedagógico y lo técnico. Bajo estos enfoques se desarrolló la metodología, que permitió la generación de un currículo adecuado para una población específica, que incluyera las TIC, como eje para el desarrollo de competencias tecnológicas.

Con este estudio, se buscó la identificación de metodologías de enseñanza, la definición de contenidos temáticos, y la selección de herramientas didácticas, entre otros aspectos, que permitan una mayor apropiación de conocimientos y aprendizajes significativos por parte de los estudiantes alrededor del tema de la tecnología.

De esta primera fase se propuso Diseñar, implementar y evaluar estrategias de enseñanza-aprendizaje para el desarrollo y fortalecimiento de Competencias tecnológicas en grado décimo y undécimo, mediante la creación y el uso educativo de herramientas TIC. Así mismo, se logró diseñar, implementar y evaluar estrategias de enseñanza-aprendizaje para lograr el desarrollo y el fortalecimiento de Competencias tecnológicas en grado décimo y undécimo, mediante la creación y el uso educativo de herramientas TIC. De igual manera, se realizó la caracterización de la población objetivo a través de la aplicación de herramientas de recolección de datos tales como encuestas, entrevistas y test psicométricos. Se diseñaron estrategias de enseñanza-aprendizaje bajo el modelo constructivista, que integró los elementos TIC construidos en este programa.

Se realizaron herramientas de evaluación que permitieron determinar la incidencia de la propuesta pedagógica de enseñanza-aprendizaje en el fortalecimiento de las competencias tecnológicas definidas en este programa.

Se conformaron comunidades de aprendizaje en el área de tecnología con la población objetivo con el fin de intercambiar experiencias de docentes del área.

Se diseñó un modelo de texto escolar digital para el área de tecnología de los grados décimo y undécimo y su utilización y desarrollo de las actividades propuestas en este programa con el fin de fortalecer las competencias tecnológicas definidas. Así mismo, se diseñó un dispositivo hardware y software como base para la realización de actividades que buscan fortalecer las competencias tecnológicas propias de los grados décimo y undécimo.

Estos objetivos se lograron a través de las Etapas: 1. Diagnostica 2. Diseño 3. Implementación

ASPECTOS METODOLOGICOS

La metodología a desarrollar será con un enfoque mixto, de tipo descriptivo crítico y cuya población objetiva serán los maestros y estudiantes de educación media de colegios públicos y privados del departamento de Cundinamarca-Bogotá Colombia.

Como instrumentos se utilizó la encuesta y la entrevista a profundidad.

Para la elaboración de la encuesta se elaboró una rúbrica que contenía aspectos pedagógicos, Diseño, tecnológicos, comunicativos,

ASPECTOS ACTUALES

El trabajo de investigación presentado para esta convocatoria se encuentra en desarrollo, a partir de las siguientes fases:

En la primera fase del proyecto se definieron los referentes teóricos y conceptuales de la alfabetización tecnológica, los indicadores de uso y apropiación de TIC en educación, los modelos de evaluación de resultados, los modelos de evaluación del impacto, los instrumentos de recolección de información y herramientas de análisis. De esta primera indagación se obtuvieron unos referentes nacionales e internacionales, tal es el caso del documento publicado por la Pontificia Universidad Bolivariana Digicampus (evaluación de Cursos virtuales Medellín), en el que se hace una descripción del significado de los cursos virtuales y una aproximación a un modelo de evaluación de los mismos. A nivel internacional de referenció la publicación de la revista de Educación a Distancia #25 que hace referencia a la evaluación de la calidad de los cursos virtuales de la Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED (España); en este documento se encontraron las dimensiones conceptuales relacionadas con los aspectos evaluativos a tener en cuenta para las observaciones de los cursos virtuales, tales como: calidad general del entorno y de la metodología didáctica, la calidad técnica: navegación y diseño y la calidad técnica de los recursos multimedia. Así mismo, en las actividades asociadas se consideraron elementos relacionados con las políticas públicas nacionales y regionales en aspectos como infraestructura tecnológica, formación docente en TIC, asistencia técnica, enfoques pedagógicos y el desarrollo de contenidos digitales. Este panorama local permitió evidenciar que algunos de los objetivos y estrategias esperados ya se han planteado desde las autoridades nacionales y locales; este panorama generó la definición de los indicadores del modelo. De otra parte, la primera fase constituyó la estructura conceptual para la construcción de los modelos de evaluación, que forman parte del objetivo general del proyecto.

La segunda fase se inició con la construcción de una propuesta preliminar de indicadores para la medición del uso y apropiación de TIC en el entorno escolar, la definición de aspectos del contexto de las instituciones de Bogotá - Cundinamarca, los mecanismos de evaluación y el esquema de entrega y análisis de resultados.

Los indicadores se orientaron desde un enfoque holístico y se consideraron los diferentes niveles que intervienen en el uso de las TIC en la educación, como son: nacional, local, institucional, individual y del ambiente de aprendizaje. De igual forma diversos dominios que se incluyeron de manera simultánea como: políticas, recursos, currículo, enseñanza y aprendizaje. La primera propuesta de indicadores se evaluó a través de la realización de un panel de expertos y de la Conferencia Internacional Virtual: Educación y TIC, actualidad y escenarios posibles, realizada el 30 de Agosto del año en curso.

Con la realimentación obtenida a través del trabajo con el panel de expertos y de la Conferencia Internacional, se obtuvo una nueva versión de los indicadores y a partir de estos insumos académicos se procederá con la construcción y ajuste de los instrumentos de recolección de información. Esta fase 3 comprenderá la aplicación de los instrumentos de medición a partir de los indicadores diseñados que serán operacionalizados para obtener los constructos para la medición de estos. De existir instrumentos en la literatura se hará un ajuste de estos para el contexto lingüístico y cultural de la región. Una vez construidos los instrumentos se determinará el mecanismo más apropiado para validarlos, ya sea por jueces o piloto, y se establecerá la forma de aplicación y el conjunto de herramientas sugeridas para el procesamiento de los datos. La última actividad de esta fase consistirá en la definición de la estrategia sugerida para determinar la muestra a encuestar.

La tercera fase del proyecto consistirá en la formulación de los modelos de seguimiento y evaluación del impacto a partir de los insumos obtenidos en las fases anteriores: determinación del contexto, estructura conceptual, conjunto de indicadores, instrumentos de medición, esquema de aplicación y análisis de datos. Este modelo será de carácter holístico, contextualizado, utilizará procedimientos cuantitativos y cualitativos y permitirá indagar acerca de elementos relacionados con el objeto de estudio, metodología empleada, beneficiarios y resultados previstos y reales. Posteriormente, se validarán los modelos desarrollados y se introducirán mejoras en caso de presentarse. Finalmente, los modelos completos se aplicarán en una prueba piloto que permitirá refinar aspectos relacionados con la implementación de cada una de las etapas diseñadas. Paralelamente, al desarrollo de la investigación se escribirán los documentos de reporte correspondientes.

BIBLIOGRAFIA

Afanador Castañeda, H. (2015). Diagnóstico sobre el uso y apropiación de TIC en docentes de la Secretaría de Educación Distrital. Virtual Educa 2013 (págs. 1-21). Medellín: Reposital.

Ávila Fajardo, G., & Riascos Erazo, S. (2011). Propuesta para la medición del impacto de las TIC en la enseñanza universitaria. Educación y educadores, 14 (1), 169-188.

Blignaut, A., Hinostroza, J., Els, C., & Brun, M. (2010). ICT in education policy and practice in developing countries: South Africa and Chile compared through SITES 2006. Computers & Education, 55: 1552 - 1563.

Berrío-Zapata, C., & Rojas, H. (2014). La brecha digital universitaria: la apropiación de las TIC en estudiantes de educación superior en Bogotá (Colombia). Revista Científica de Educomunicación , 22 (43), 133-142

CPE, (2015). Computadores para Educar. Formación. Recuperado el 07 de junio de 2015, del sitio web:
<http://www.computadoresparaeducar.gov.co/cpenew/index.php/es/formula-apropiacion>

CPE, (2014). Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Tabletas para educar. Computadores para Educar. Recuperado el

08 de junio de 2015, del sitio web:
<http://micrositios.mintic.gov.co/tabletas/componente-pedagogico/>

CINTEL, (2009). Centro de Investigación de las Telecomunicaciones CINTEL. Medición de impacto. Recuperado el 11 de junio de 2015, del sitio web:
http://cintel.org.co/wp-content/uploads/2013/05/08.CINTEL_LaBoquilla_medicion_de_impacto_2009.pdf

Cabero Almenara, J., & Fernández Batanero, J. (2014). Una mirada sobre las TIC y la Educación Inclusiva. *Comunicación y Pedagogía*, 38-42.

Colectivo Educación Infantil y TIC. (2014). Recursos educativos digitales para la educación infantil. 20, 1-21.

Deaney, R., Ruthven, K., & Hennessy, S. (2005). Teachers' developing 'practical theories' of the contribution of information and communication technologies to subject teaching and learning: an analysis of cases from English secondary schools. *British Educational Research Journal*, 32 (3): 459–480.

DNP, (2009). Evaluación ejecutiva a la estrategia de territorios digitales del Ministerio de TIC. Recuperado el 19 de junio de 2015, del sitio web:
https://sinergia.dnp.gov.co/Sinergia/Archivos/341a6cc3-3ee8-41c9-b42d-225f7f2bf27d/TERRITORIOS_DIGITALES.pdf

European Union/OECD. (2009). Assessing the effects of ICT in education. Luxemburgo: Friedrich Scheuermann and Francesc Pedró.

Fu J. S. (2013). ICT in Education: A Critical Literature Review and Its Implications. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 9(1): 112-125.

Hew, K., & Cheung W, S. (2013). Use of Web 2.0 technologies in K-12 and higher education: The search for evidence-based practice. *Educational Research Review*, 9: 47-64.

Hernández Pino, U., Andrade Sosa, H., Moreno Chaustre, J., García Gonzales, J., López Molina, G., & Benavides Piamba, P. (2013). Evaluación y aprendizajes de una experiencia colombiana de formación docente en TIC. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* (40), 31-52.

Hinostroza, J., Labbé, C., Brun, M., & Matamala, C. (2011). Teaching and learning activities in Chilean classrooms: Is ICT making a difference?. *Computers & Education*, 57: 1358-1367.

Kikis, K., Scheuermann, F., & Villalba, E. (2009). A framework for understanding and evaluating the impact of information and communication technologies in education. En E. Union/OECD, *Assessing the effects of ICT in education* (págs. 69-82). Luxemburgo: Friedrich Scheuermann and Francesc Pedró.

Lau, W., & Yen, A. (2014). Developing and validating of a perceived ICT literacy scale for junior secondary school students: Pedagogical and educational contributions. *Computers & Education*, 78: 1-9.

Leiva Ramírez, E., & Muñoz González, A. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los modelos pedagógicos dialogantes para la pedagogía constitucional. *Revista de Derecho Público*, 32, 1-24.

Lozano Díaz, S. O. (2014). Prácticas innovadoras de enseñanza con mediación TIC que generan ambientes creativos de aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 43, 1-14.

Peña Sánchez, J., Noreña Noreña, N., Fonseca, A., Navas, M., Fagua Fagua, A., & Fernández Jaimes, C. (2011). Una revisión de los procesos sociocognitivos y creativos en la educación mediada por los entornos digitales. *Tesis Psicológica*, 6, 14-35. Rodríguez, A., Rueda, F., & Ardila, I. (2012). Diseño de una metodología para medir la brecha digital a partir del plan nacional de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). *Matices Tecnológicos*, 4, 1-5.

Rodríguez Orgales, C., Sánchez Torres, F., & Márquez Zúñiga, J. (2011). Impacto del programa "Computadores para Educar" en la deserción estudiantil, el logro escolar y el ingreso a la educación superior. *Universidad de los Andes, Facultad de Economía*. Bogotá: Uniandes.

Ruíz Rodríguez, N., Mendoza Torres, M., & Ferrer, L. (2014). Influencia de las Tecnologías de Información y Comunicación en los roles e interrelaciones entre estudiantes y docentes en programas presenciales de educación superior. *Hallazgos*, 11 (22), 435-454.

Safdar, A., Yousuf, M., Parveen, Q., & Behlol M. (2011). Effectiveness of information and communication technology (ITC) mathematics at secondary level. *International Journal of Academic Research*, 3 (5): 1-7

Sánchez, J., Salinas, A., & Harris J. (2011). Education with ICT in South Korea and Chile. *International Journal of Educational Development*, 31: 125-148.

Sandoval Romero, Y., Arenas Fernández, A., López Meneses, E., Cabero Almenara, J., & Aguaded Gómez, J. (2012). Las tecnologías de la información en contextos educativos: nuevos escenarios de aprendizaje. *Santiago de Calí, Colombia: USC*.

Said-Hung, E., Iriarte Díaz-Granados, F., Jabba Molinares, D., Ricardo Barreto, C., Ballesteros, B., Vergara, E., y otros. (2015). Fortalecimiento pedagógico en las universidades en Colombia a través de las TIC. Caso región Caribe. *Educación XX1*, 18 (2), 277-304.

Santoveña, S. (2010) Cuestionario de Evaluación de la Calidad de los recursos virtuales de la UNED. En *Revista de Educación a Distancia*. Numero 25

Skryabin, M., Zhang, J., Liu, L., & Zhang, D. (2015). How the ICT development level and usage influence student achievement in reading, mathematics, and science. *Computers & Education*, 85: 49-58.

UNESCO, (2003). Developing and using indicators of ICT use in education.

UNESCO, (2007). Educación de calidad para todos: un asunto de derechos humanos. Buenos Aires: UNESCO.

UNESCO, (2013). Enfoques estratégicos sobre las TICS en educación en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: UNESCO.

University of Oslo, Institute of Educational Research. (2009). Addressing the complexity of impact — A multilevel approach towards ICT in education. En E. Union/OECD, *Assessing the effects of ICT in education* (págs. 21-38). Luxemburgo: Friedrich Scheuermann and Francesc Pedró

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:et6zcjfQhvwJ:https://auladigital.upb.edu.co/cursosMoodle/ayudasAD/Formato_Evaluacion_Cursos_Virtuales.pdf+&cd=4&hl=es&ct=clnk&client=firefox-b-ab
(Tomado en Marzo 15 de 2016)

<http://www.um.es/ead/red/25/> (Tomado en Marzo 18 2016)

III.

Competencias

en TIC

Formación y desarrollo de Competencias Digitales en Profesores de la Universidad Veracruzana

(los encargados de preparar estudiantes para el futuro)

Competencias en TIC

María Silvia García Ramírez ¹ y Virginia Lagunes Barradas ²

¹Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática
Av. Ávila Camacho esq. Av. Xalapa, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México

²Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática
Av. Ávila Camacho esq. Av. Xalapa, C.P. 91000, Xalapa, Veracruz, México y e
Instituto Tecnológico Superior de Xalapa, Res. Territorial s/n Col. Sta. Bárbara CP
91096

Cel. 2288369536 y 2281775378

sgarcia@uv.mx y sylviagr@hotmail.com
vlagunes@uv.mx y viclag@hotmail.com

Resumen. Si bien la tecnología juega un papel muy importante en la vida de los estudiantes, también es cierto, que los cambios basados en este contexto, están obligando al sistema educativo y por lo tanto, al profesorado a adaptarse a éste. En este artículo se presentan algunos puntos clave que las instituciones educativas a nivel superior, en específico la Universidad Veracruzana, deben tomar en cuenta a la hora de formar competencias digitales en sus profesores con el fin de que éstos generen ambientes de aprendizaje basados en tecnología de manera creativa e inteligente.

Palabras clave: Formación docente, tecnología educativa, competencias digitales, ambientes de aprendizaje basados en tecnología.

1 Introducción

Actualmente, hablar de tecnología es el pan de cada día en el medio educativo, aunque se ha incorporado paulatinamente, en estos tiempos muchas instituciones educativas hacen “uso de ella”, -quizá no de la mejor manera- pero nadie ha dictado una metodología en la que se diga, qué, cómo, cuándo y dónde deben aparecer las tecnologías en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Una actividad importante dentro del quehacer docente es poder conocer qué tipo de estudiante se tiene dentro del aula, esto, con la finalidad de ir dirigiendo los esfuerzos educativos de acuerdo al comportamiento (forma de aprender) del mismo. Como lo han mencionado ya varios autores (Dunn, 1979 y Hunt, 1979), los estudiantes tienen un estilo de aprender predominante, visual, auditivo, quinesésico, etc. Entonces ¿por qué no considerar que los profesores actúan de distinta forma a la hora de aprender?, ¿será que la capacitación/formación para los profesores es de tipo muy general?, ¿será que los cursos ofertados no identifican las habilidades que les hacen falta a los profesores?, ¿será que los profesores conocen a lo que se van a enfrentar los estudiantes en el futuro laboral? ¿de qué manera se analizan los requerimientos para el diseño de dichos cursos?, ¿será que los profesores tienen temor hacia las tecnología que los estudiantes manejan?, -¿entran en pánico cuando los estudiantes entran con dispositivos y aplicaciones de software?-, ¿será que los profesores tienen las habilidades para enfrentar al nuevo tipo de estudiante?, ¿será que los profesores están preparados para implementar estrategias que hagan uso de la tecnología de manera inteligente y aplicable a casos específico?. Éstas son algunas de las preguntas que se deben responder antes de iniciar un diseño de cursos para el personal docente, partiendo de su análisis con el docente mismo y no sólo a partir de las necesidades institucionales y sociales de la región.

Conocer qué tipo de profesor se tiene, -edad, formación profesional, antecedentes, capacidad de aprendizaje, metas, carácter, disposición, etc.- será propicio para poder llevar a cabo una planeación de eventos de formación más personalizados y así determinar qué tipo de tecnología deben dominar los profesores, aunque es menos importante esto que asegurarse que cuenten con las habilidades para adaptar dichas tecnologías a lo que tendrán que enfrentarse los estudiantes en el futuro cercano; la tecnología está en constante cambio, la forma de utilizarla de manera creativa es una habilidad que el docente tiene que impulsar en sus estudiantes.

Por otro lado, los estudiantes están inmersos en herramientas tecnológicas, redes sociales, aplicaciones de todo tipo Skype, Periscope, Twitter, Facebook, Instagram, WhatsApp, Messenger, Gmail, Maps, Wikis, Weblog, YouTube, etc. y ¿los profesores no están preparados para seguirles el ritmo?. El temor de que los estudiantes usen sus móviles, tablets, ipads, laps, smartphone, notebook etc., dentro de las aulas con Internet les provoca un estado de ánimo exacerbado, ¿será porque ellos les sobrepasan y los profesores no saben cómo canalizar que utilicen todos estos dispositivos y aplicaciones de forma constructiva?.

Por tal razón este artículo pretende desglosar algunos puntos clave que las instituciones de educación superior, caso específico la Universidad Veracruzana, -que cuenta con 4,775 profesores- debe considerar para la formación de sus docentes, tomando en cuenta que éstos serán los encargados de generar ambientes de aprendizaje basados en tecnología pero que al mismo tiempo tendrán la responsabilidad de formar habilidades para la gestión eficiente de dichos recursos

con el fin de enfrentar la sociedad del conocimiento en la que estamos inmersos y el futuro inmediato que les tocará vivir.

2 Estado del Arte

Existen numerosos intentos por adentrar a los profesores al uso y aprovechamiento de diversas herramientas tecnológicas en todos los niveles educativos.

Como bien se sabe, “la necesidad es la madre de la ciencia”, y actualmente hay una gran necesidad en las universidades por formar individuos competentes (conocimientos, habilidades y actitudes) para enfrentar y vivir en una sociedad del conocimiento, una sociedad contemporánea caracterizada por cambios incesantes, y una innovación social, por tal razón se necesita que los estudiantes desarrollen actitudes de liderazgo, que tengan y desarrollen ideas, y sobretodo que desarrollen y refuercen la voluntad, para poder vivir en este tiempo y en un futuro inmediato en un ambiente global. Por tal razón, la exigencia para que sus profesores puedan apoyar y dirigir a los estudiantes en este caminar es un tema de gran importancia.

La fortaleza de las universidades es su capital humano, estas instituciones educativas, constituyen una conexión de personas que dan de sí sus conocimientos, que generan conocimientos para transformar su sociedad y por ello no debe permitir que sus profesores asuman un papel de desánimo ante estas situaciones, por el contrario deben arriesgarse a dar todo en beneficio de sus estudiantes.

En el caso particular de la Universidad Veracruzana existe una dependencia denominada Dirección General de Desarrollo Académico e Innovación Educativa, que incluye dos direcciones, la Dirección de Innovación Educativa y la Dirección de Fortalecimiento Académico, en esta última se encuentra el Departamento de Formación Académica (DFA), que es la entidad que apoya en la formación de los académicos de todas las regiones de la Universidad, es decir, cumple con lo estipulado en el Contrato Colectivo de Trabajo del personal académico, en la cláusula 128: “La Universidad Veracruzana está obligada a proporcionar capacitación y adiestramiento, técnico y profesional, a todos sus trabajadores académicos, en términos de lo previsto en el artículo 132 fracción XV del Capítulo Tercero Bis, Título Cuarto de la Ley Federal del Trabajo”. Para llevar a cabo esta labor, el DFA se coordina con la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento UV-FESAPAUV¹, la Subcomisión de revisión de programas y material didáctico y las Subcomisiones regionales de supervisión y seguimiento académico. El trabajo coordinado repercute en la capacitación y el adiestramiento a un nivel de formación, contando con un Programa de Formación de Académicos

¹ FESAPAUV. Sindicato del personal académico de la Universidad Veracruzana

(ProFA), su “objetivo es formar académicos competentes y vanguardistas, tanto en su profesión como en la función docente, que gestionen el aprendizaje sustentable de los profesionales en formación a través de un proceso permanente de innovación educativa en congruencia con el Modelo Educativo Integral y Flexible así como con las directrices institucionales, sus proyectos y preceptos pedagógicos asociados para contribuir en el fortalecimiento de las competencias: de comunicación, autoaprendizaje, planeación, investigación y evaluación”². En dicho programa se imparten: cursos, talleres, cursos-talleres, diplomados, seminarios (disciplinarios y/o pedagógicos), en diversas modalidades: presencial, distribuida y virtual.

Dentro de este marco, el ProFA es un programa en continua construcción el cual analiza los nuevos requerimientos institucionales y sociales para llevar a cabo formación de docentes durante los periodos intersemestrales o en los periodos escolares a petición de los diferentes Programas Educativos. Se publica una lista amplia de dichos cursos, talleres, cursos-talleres, etc., ya sean orientados a la función pedagógica o al uso de tecnología en el aula. Sin embargo, a pesar de todos estos esfuerzos se observa que gran parte de los profesores aún no están del todo inmersos en el uso de herramientas tecnológicas para adaptarlas a su quehacer docente y mucho menos para el uso de éstas de manera inteligente (profunda e ingeniosa) en situaciones específicas académicas y particulares.

También “existen investigaciones de carácter educativo, encaminadas a la detección de necesidades de la formación de los académicos de la Universidad Veracruzana, entre ellos, Alarcón & Acosta (2012), realizan un diagnóstico de dichas necesidades, sólo para la región de Poza Rica-Tuxpan, con respecto a cuatro competencias específicas: comunicación, planeación, evaluación e investigación, en las diferentes áreas académicas, este estudio sólo muestra el grado de interés en dichas competencias por parte de los docentes y en ninguna parte se incluyen las competencias tecnológicas, mismas que predominan en el contenido de los cursos del ProFA”.

3 Metodología usada

Como se dijo anteriormente, para poder cumplir con dotar de competencias a los estudiantes se debe crear un ambiente de aprendizaje acorde a la forma de aprender del mismo, esto no será posible si los profesores no cuentan con las competencias básicas requeridas. Aquí se describe el escenario donde se aplica la metodología propuesta para el desarrollo de las competencias digitales en los profesores de la UV.

² Programa de Formación de Académicos (ProFA)

Primera etapa. Consiste en verificar y revisar las competencias básicas en general y posteriormente, las digitales que recomiendan las organizaciones internacionales. En un estudio de formación de competencias digitales denominado Ecosistema y Economía digital en América Latina por la Fundación Telefónica en el año 2015 y presentadas por la maestra Nieves González Fernández Villavicencio se expresa que México se encuentra en décimo lugar nivel de digitalización (Telefónica, 2015). El ritmo de crecimiento de la información se dobla cada dos años en el mundo, y para eso se requieren personas que puedan acceder, gestionar, comunicar y evaluar esa información en un entorno digital y abierto.

La Comisión Europea establece ocho competencias clave en el curriculum del ciudadano moderno, entre ellas, se encuentra la referente al desarrollo de competencias digitales, las cuales se refieren a las habilidades para usar la tecnología digital, las herramientas de comunicación y las redes para acceder, gestionar, integrar, evaluar, crear y comunicar información ética y legalmente a fin de funcionar de una manera plena en la sociedad de la información y del conocimiento (Ikanos, 2013)

Segunda etapa. Basados en las competencias digitales propuestas por algunos autores que describen el conjunto de éstas en relación a las que debe poseer un docente, engloban aquellas que les permiten adaptarse a las necesidades que la sociedad requiere y que pueden ser formadas primero en los profesores y más adelante en los estudiantes. (Véase Fig. 3.1)

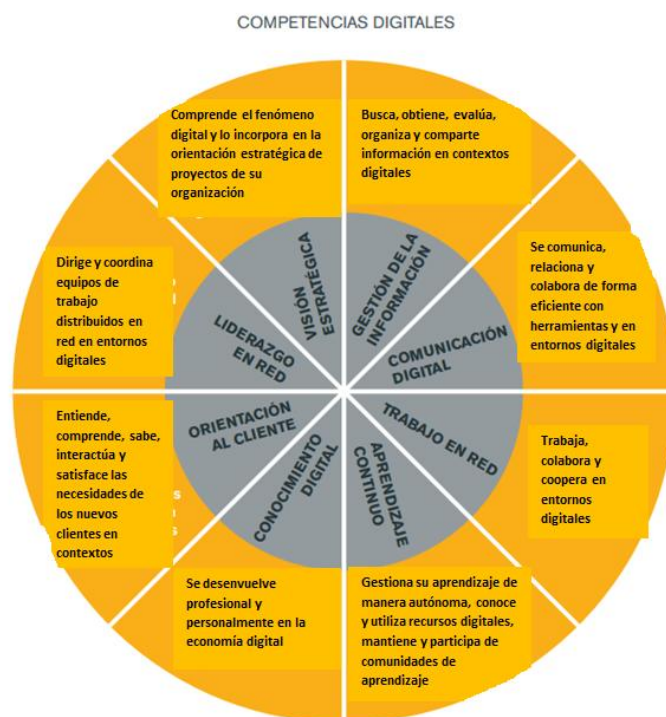


Fig. 3.1 Competencias digitales que todo profesor debe tener (Marquina, 2014)

Tercera etapa. Aplicación, evaluación e interpretación de datos de instrumentos de recolección de datos.

Para analizar los requerimientos de capacitación tecnológica que deben tener los docentes, se aplicó un cuestionario a 3 grupos de 25 profesores que asisten a cursos intersemestrales, todos ellos de diversos Programas Educativos (Facultades) y por ende de distintos perfiles profesionales y edades y 25 profesores que no habían tomado cursos durante más de un año. Los resultados se muestran en la siguiente tabla (Véase Tabla 1) clasificados por las competencias digitales mencionadas en la etapa anterior:

Categorías / Unidades de análisis de observación	Siempre 5	Casi siempre 4	Bastantes veces 3	A veces 2	Nunca 1
I. Visión estratégica					
1. La UV Impulsa innovaciones tecnológicas	11	49	24	16	
2. La UV implementar nuevas modalidades de aprendizaje en sus EE basados en sus recursos tecnológicos				13	87
II. Gestión de la información					
3. ¿Usas Internet para preparar tus clases?	15	25	30	24	6
4. ¿Utilizas Comunidades Virtuales de aprendizaje?				8	92
5. ¿Usas wikis?				1	99
6. ¿Utilizas plataformas educativas?		10	20	47	23
7. ¿Usas correo electrónico de forma eficiente?	20	15	34	19	12
8. ¿Elaboras exámenes on line?			5	10	85
III. Comunicación digital					
9. ¿Te sientes hábil para usar tecnología digital?			20	24	56
10. ¿Usas diversos dispositivos y aplicaciones para comunicarte?		8	10	74	8
IV. Trabajo en red					
11. ¿Propicias el trabajo colaborativo con tecnología entre sus estudiantes?		20	41	22	17
12. ¿Usas tecnología para colaborar con otros profesores del mundo?		2	28	11	59
V. Aprendizaje continuo					
13. ¿Recomienda a los estudiantes alguna plataforma sitio para estudios de apoyo?				47	53
14. ¿Cursas diplomados o talleres en plataformas virtuales? tomas al menos dos al año?	6	12	12	43	27
VI. Conocimiento digital					
15. Se te facilita manejar una computadora		3	47	22	28

16. Usas cañón		55	25	12	8
17. Utilizas (Office o afín) de forma eficiente		1	15	15	69
18. Usas la tecnología que usan los estudiantes			2	56	42
VII. Orientación al cliente (estudiante)					
19. Usas otras modalidades de aprendizaje (virtual, distribuida, etc.) dentro de su curso			3	12	75
VIII. Liderazgo en red					
20. Administras grupo(s) académicos en redes sociales u otras	4	18	17	2	59

Tabla 1. Resumen de respuestas al cuestionario aplicado a profesores de la UV

Cuarta etapa. Validación de los resultados obtenidos en cuanto a competencias digitales y cursos ofertados por el ProFA.

4 Resultados Experimentales

De acuerdo con las competencias digitales:

En la **Visión estratégica**: La mayoría de los profesores encuestados están de acuerdo que la Universidad impulsa innovaciones tecnológicas, sin embargo la mayoría opina que no se implementan nuevas modalidades aún dentro de las Experiencias Educativas actuales, pero aproximadamente el 10 % de éstos tienen conocimientos acerca de la existencia de un plan para flexibilizar las mismas en un futuro cercano.

En lo que respecta a la **Gestión de la información**: La mayoría de los profesores utiliza o se apoya en internet para preparar sus sesiones de clase, buscan material, o actividades para que desarrollen los estudiantes, sin embargo un muy bajo porcentaje usa una Comunidad Virtual de Aprendizaje o utiliza Wikis. Por parte de las plataformas educativas, también pocos las utilizan y cuando las ocupan es Eminus, que es la Plataforma de Aprendizaje desarrollada por la misma Universidad. La mayoría dice usar bien el correo, (reciben correos, los contestan, bajas archivos adjuntos al correo, adjuntan archivos ellos, o envían a múltiples destinatarios, (a algunos se les nota algo de dificultad o lentitud para hacerlo). Una minoría elabora exámenes en línea, (y los que lo hacen generalmente le piden a alguna persona les apoye en la captura de datos y organización dentro de una aplicación).

En la **Comunicación digital**: Se observa que la mayoría de los profesores no se siente con las habilidades necesarias para usar tecnología, (algunos comentan que

tienen deseos de desarrollar esas habilidades sin embargo dicen que las actividades docentes les lleva mucho tiempo y que no cuentan con suficiente tiempo para tomar cursos o talleres, así que se apoyan en familiares o amigos cuando necesitan algo que no saben y ahí van aprendiendo). La mayoría usa las herramientas básicas como mensajes de texto, llamadas por internet, correo, algunos tienen páginas de facebook pero no entran tan frecuentemente o sólo lo hacen con fines de ocio.

En el **Trabajo en red**: Por otro lado, la mayoría dice impulsar el trabajo colaborativo con tecnología en sus estudiantes, (sin embargo algunos confundieron el trabajo colaborativo con el trabajo en equipo), sin embargo, pocos utilizan la tecnología para colaborar con otros profesores del mundo, más bien, lo hacen dentro de sus academias. Además que la mayoría no toma cursos, diplomados, talleres en plataformas virtuales.

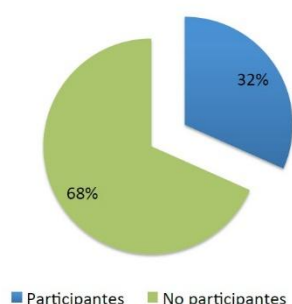
En el **Conocimiento digital**: En este rubro se observa claramente que la mayoría usa una computadora para sus tareas académicas, y se apoyan en el uso del cañón para sus exposiciones algunas veces, sin embargo la mayoría aceptó que no usa la paquetería de oficina de forma eficiente, y que obviamente no usan las tecnologías que utilizan los estudiantes.

En la **Orientación al cliente**: También se ve claramente que el tema de las distintas modalidades de aprendizaje, no es una moda en la Universidad, una minoría inicia en estos menesteres en forma un poco desconfiada.

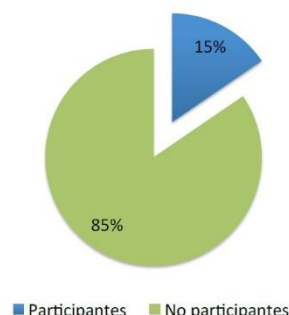
En el **Liderazgo en red**: En este tema se ve un intento por parte de los profesores por utilizar y adentrarse en estas tecnologías, de igual forma que en el rubro anterior lo hacen con cautela y en ocasiones sin un objetivo didáctico alguno.

De acuerdo con la información proporcionada por el Programa de Formación de Académicos, ProFa, en el periodo enero-agosto 2014 sólo el 32% de los profesores de toda la Universidad tomaron algún curso. En el periodo

Participación de académicos de la Universidad Veracruzana en el ProFA



Participación de académicos de la Universidad Veracruzana en el ProFA



septiembre-diciembre 2014 sólo el 15%. Una reducción del 50%.

Esto significa que existen motivos individuales que hacen que los profesores no se incorporen a estas etapas de capacitación.

Así que es evidente que el nivel digital de los profesores no es bastante amplio según encuesta y viendo las cifras de los que tienen disposición y tiempo para capacitarse es de pensar que algo falta, algo falla, algo se necesita con urgencia para fomentar y desarrollar las habilidades digitales, pero lo más importante es desarrollar en los profesores el interés por aprender tecnología no por necesidad sino por gusto, que encuentren en ellas ese interés y entusiasmo que les permita hacer un esfuerzo para adentrarse cada día en la era digital y por ende ir las incorporando en su quehacer docente, y de esta forma contar con cifras más halagadoras y repercusiones en las actividades universitarias.

Con base en los resultados de la tabla anterior, se puede afirmar lo siguiente con respecto a la formación de tecnologías digitales para que los docentes generen estudiantes preparados para el futuro:

- a) La misión de la Universidad Veracruzana implica la utilización permanente de la innovación educativa en todas sus actividades sustantivas.
- b) Aunque la mayoría utiliza Internet para preparar sus clases, son pocos los que se valen de herramientas especializadas con fines didácticos específicos.
- c) El uso del correo electrónico está disminuyendo y se está sustituyendo por la utilización de redes sociales, con el fin de establecer trabajo colaborativo, sin embargo, muchos docentes no saben cómo emplearlas con ese fin.
- d) Las plataformas educativas representan una alternativa eficiente de apoyo al aprendizaje, sin embargo, los profesores no las utilizan en demasía para aprender y mucho menos los estudiantes canalizados por los primeros.
- e) La tecnología básica como paquetería de oficina o el cañón, entendido como una tecnología, es ampliamente empleado por los docentes, sin embargo, aún temen adentrarse en las tecnologías utilizadas por los estudiantes.
- f) Muy pocos apoyan su cátedra en otras modalidades de enseñanza como la virtual y la distribuida.
- g) Algunos hacen uso de grupos más informales en redes sociales, pero habría que analizar la utilidad académica de los mismos, además de la comunicativa.

5 Conclusiones y direcciones de investigaciones futuras

De acuerdo a las observaciones anteriores se ve claramente que un gran porcentaje de profesores de la Universidad Veracruzana se encuentran en un nivel muy bajo en cuanto al uso de herramientas tecnológicas para incorporarlas de forma eficiente en sus cursos. Una pequeña parte de éstos toma durante los intersemestrales o en ocasiones durante el semestre mismo, algún curso pedagógico o tecnológico que ofrece la misma Universidad, sin embargo se puede asegurar que por falta de tiempo, exceso de trabajo, o de otras razones personales,

aunque tomen estos cursos, no ponen en práctica los conocimientos adquiridos ni las habilidades desarrolladas.

Por consiguiente, se recomienda hacer un análisis minucioso sobre los siguientes puntos:

1. La forma de aprender de los profesores, cuándo aprenden, a qué hora aprenden, de qué forma, quizá esa sea una variable interesante, ya que actualmente los cursos no son tan flexibles como quizá se pudieran hacer. Aquí sería interesante formar material educativo para los diversos tipos de aprendizaje de los profesores.
2. Revisar los nombres de los cursos, talleres, etc., quizá los nombres sean una variable importante para llamar la atención de los profesores. En este punto, sería interesante nombrar a los cursos de forma más llamativa y creativa y hacer publicidad de los beneficios que tendría el tomar el curso.
3. Identificar las habilidades que les hacen falta desarrollar a los profesores para poder definir los contenidos y estrategias didácticas de los cursos que imparten. Hacer un diagnóstico eficiente sobre esas habilidades a desarrollar de acuerdo al nivel personal y profesional de cada profesor, sería un buen inicio.
4. Vislumbrar a lo que se van a enfrentar los estudiantes en el futuro laboral y con base en eso determinar directrices de capacitación de los profesores, con el fin de intentar planear las posibles actividades de los estudiantes en el futuro cercano y así imaginar el desempeño o rol del profesor.
5. Revisar el funcionamiento actual y la forma de analizar los requerimientos para el diseño de cursos.
6. Tener en consideración y resolver los temores de los profesores hacia las tecnologías que los estudiantes manejan, es decir, incorporar un plan de acción donde los profesores pierdan ese “miedo” al mundo tecnológico.
7. Diseñar acciones a través de un abanico de posibilidades tecnológicas para realizar actividades. Dotar a los profesores de diversas herramientas y motivar a desarrollar en ellos la creatividad para poder hacer algo con esas herramientas en beneficio de su labor docente.
8. Motivar el desarrollo de la creatividad en los profesores para la solución de problemas utilizando tecnología, estimulando el pensamiento reflexivo y la innovación.
9. Apoyar con ideas respecto a los diversos dispositivos y aplicaciones que los profesores pueden implementar en sus cursos y cómo hacerlo
10. Crear programas de concientización de “querer aprender a lo largo de toda la vida” como pilar fundamental dentro de las labores docentes. Abrir espacios para aprender de muchas formas y en muchos tiempos y en muchos lugares.
11. Desarrollar acciones para que los profesores obtengan conocimientos que le permitan intervenir de forma responsable, segura y ética en entornos digitales corporativos o propios.
12. Desarrollar acciones para que los mismos profesores gestionen su propia capacitación digital.
13. Proponer acciones para que los profesores se concienticen y desarrollen la capacidad para comprender el fenómeno digital y los incorporen en su quehacer docente.

Como colofón, decir que en un futuro inmediato “los conocimientos académicos ya no serán tan importantes y se valorarán mucho más las habilidades como la

empatía y la toma de decisiones. Los métodos de enseñanza tendrán como base la creatividad y la metodología será cada vez más personalizada. Cada niño aprenderá según sus necesidades. Ese es el escenario al que se enfrentarán los futuros docentes (Torres, 2016).

Sin embargo, recientemente la Universidad Veracruzana, como parte de un proceso permanente de actualización y con base en un diagnóstico de necesidades de formación docente realizado a través de un instrumento en línea, el cual no fue contestado por la totalidad de profesores, propuso un nuevo diseño de formación a través de trayectorias organizadas en cuatro ejes: Diseño, Tecnología, Gestión y Sensibilización, que contribuyen al desarrollo de cinco competencias: Comunicación, Autoaprendizaje, Planeación, Investigación y Evaluación.

En lo que se refiere al eje de Tecnología, en sus cinco competencias, se propuso un diplomado y varios cursos-talleres de manera presencial y virtual, sin embargo, como se viene mencionando, ya que éstos son de manera opcional, no llegan a todos los docentes ni se imparten dependiendo de las necesidades de éstos, sino de forma generalizada.

Referencias

1. Alarcón, E. y E. Acosta (2012) Detección de necesidades de formación de los académicos de la Universidad Veracruzana. Eje Investigación de la docencia y de la formación de profesionales de la educación. 8º Congreso de investigación educativa con participación nacional e internacional. 09, 10 y 11 de noviembre del 2012. Puerto Vallarta, Jal. México
2. Dunn R., Dunn K. y Price G. (1979): Learning Style Inventory (LSI) for Students in Grade 3- 12, Lawrence, Kansas, Price System, p. 41.
3. Hunt , D. E. (1979): Learning Styles and Students Needs: An Introduction to Conceptual Level, en “Students Learning Styles: Diagnosing and Prescribing Programs”, Reston, Virginia, p. 27.
4. Ikanos (2013) Mis competencias digitales, proyecto del Gobierno Vasco, España. Consultado 01 junio 2016 en:
http://ikanos.blog.euskadi.eus/?page_id=2418
5. Marquina, J. (2014). Las 8 competencias digitales que todo profesional debe tener. Universitat Oberta de Catalunya, España. Consultado 02 junio 2016 en:
<http://www.julianmarquina.es/las-8-competencias-digitales-que-todo-profesional-debe-tener/>
6. Torres M. Ana (2016). ¿Está preparado el Magisterio para formar profesores del futuro? Consultado 02 junio de 2016 en:
http://economia.elpais.com/economia/2016/05/08/actualidad/1462704637_262325.html
7. Telefónica (2015). Ecosistema y Economía digital en América Latina Consultado 01 junio de 2016 en:
http://www.fundaciontelefonica.com/arte_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/430/

8. Universidad Veracruzana (2008). Plan General de Desarrollo 2025. Xalapa, Ver. México. Consultado 02 junio de 2016 en:
<http://www.uv.mx/transparencia/files/2012/10/PlanGeneraldeDesarrollo2025.pdf>
9. Universidad Veracruzana (2016). UVNúmeros. Xalapa, Ver. México. Consultado 02 junio de 2016 en:
<http://www.uv.mx/informacion-estadistica/files/2014/01/UVennumerosmarzo2016.pdf>
10. Universidad Veracruzana (2016). Numeralia. Xalapa, Ver. México. Consultado 02 junio de 2016 en:
<https://www.uv.mx/numeralia/personal/>
11. Universidad Veracruzana (2016). Programa de Formación de Académicos II/2013. Xalapa, Ver. México. Consultado 02 junio de 2016 en:
<http://www.uv.mx/dgdaie/files/2014/03/x4NumeraliaII2013V1.pdf>

Aplicación Colaborativa del Plan de Vida Académico basado en un Algoritmo de Orden Topológico

Mario Anzures-García, Luz A. Sánchez-Gálvez y Alvaro Campos-Gregorio

Facultad de Ciencias de la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Avenida San Claudio y 14 Sur, Ciudad Universitaria. 72570 Puebla, México
{mario.anzures,sanchez.galvez}@correo.buap.mx

Abstract. En la formación basada en competencias, el profesor lleva a cabo tres funciones: técnico-pedagógica, tutoría e investigación. En las cuales, el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) ayuda a mejorar la formación integral del estudiante. La competencia tutorial se centra en orientar y guiar al estudiante para que alcance el perfil profesional idóneo a las circunstancias y necesidades actuales. Por consiguiente, este trabajo propone una aplicación colaborativa (herramienta TIC), que automatiza el Plan de Vida Académico del estudiante mediante un algoritmo de orden topológico, que determina su ruta crítica eficiente y apropiada a lo largo de su formación profesional. Por tanto, la aplicación colaborativa basada en MVC, apoya al Tutor a realizar el seguimiento de sus tutorados a través de su trayectoria académica; y al estudiante a establecer un plan de vida idóneo a sus conocimientos, posibilidades y fortalezas.

Keywords: Formación basada en Competencias, Función Tutorial, Aplicación Colaborativa, MVC, Algoritmo de Orden Topológico.

1 Introduction

En el modelo basado en competencias, la función del profesor universitario ha cambiado, requiriendo que tenga la triple competencia: técnico-pedagógica, tutorial e investigadora [1]. Por consiguiente, se requiere realizar un proceso de innovación del curriculum, que implica un cambio sustancial desde la forma de generarlo a través del análisis del desempeño global del perfil profesional en su campo laboral, para la identificación de las Unidades de Competencia (UC) hasta su aplicación mediante el desarrollo de una metodología didáctica basada en las UC. De modo, que cada UC que conforma el currículum se corresponda con las competencias esenciales de tal perfil y coadyuve al profesor a desarrollar sus capacidades en la triple competencia.

En este documento, se propone el uso de las TICs mediante una aplicación colaborativa que soporte la competencia tutorial, es decir, el seguimiento del estudiante a lo largo de su trayectoria académica, al guiarlo indicándole qué cursos

deberá tomar en cada período. La aplicación colaborativa determina la ruta crítica de cada estudiante mediante un algoritmo de orden topológico, de acuerdo a los pre-requisitos de cada materia, su perfil y avance académico. Esta aplicación se basa en el patrón arquitectónico Modelo-Vista-Controlador permitiendo simplificar y organizar cada parte del proceso de desarrollo de software, así como obtener una aplicación simple, robusta y flexible.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se explica la formación basada en competencias. En la sección 3, se describen los aspectos fundamentales de una aplicación colaborativa. En la sección 4, se detalla la aplicación propuesta, con su respectiva tecnología utilizada (MVC y dígrafos acíclicos). En la sección 5, se muestran los resultados. En la sección 6, se exponen las conclusiones y trabajo futuro.

2 La formación basada en competencias

Las competencias son las capacidades de una persona requeridas para realizar una función en un contexto profesional y que se reflejan en sus conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes [1]. La formación basada en competencias es una opción educativa que implica un nuevo rol de la formación, en la cual este proceso se convierte en un generador de capacidades que permitan a los sujetos la adaptación al cambio, el desarrollo cognitivo y socio-afectivo, la comprensión y solución de situaciones cada vez más complejas, mediante la combinación de conocimientos teóricos, prácticos, experiencias y conductas. Para que la formación basada en competencias sea efectiva, se requiere del uso de procesos didácticos significativos, técnicas e instrumentos de evaluación y guía que estén orientados a retroalimentar estableciendo niveles de avance, que permitan definir con claridad las capacidades que se espera desarrolle el estudiante a lo largo de su proceso de aprendizaje. Así como también, el empleo de las TICs para soportar, simplificar y agilizar los procesos didácticos, evaluación, seguimiento académico y de investigación; inmersos en este tipo de formación. El profesor debe desarrollar la triple competencia: Técnico-Pedagógica, Tutorial e Investigadora.

La función Técnico-Pedagógica exige al profesor tener el dominio de la materia que impartirá y de metodologías didácticas, que le permitan transferir sus conocimientos a los estudiantes, así como motivarlos a seguir actualizándose durante toda su vida.

La función Tutorial requiere que el profesor oriente y guíe al estudiante a alcanzar el perfil profesional idóneo a las circunstancias y necesidades actuales. Así, esta competencia tiene tres niveles de actuación [2]: 1) Proporcionar un seguimiento y guía al estudiante en su proceso de formación. 2) Atender a un grupo de alumnos, encargándose de resolver las necesidades y problemas que surgen en su Plan de Vida. 3) Ejercer tareas diferentes a las del profesor en la educación a distancia.

La investigación proporciona las pautas y el direccionamiento para mejorar las dos competencias anteriores, permitiendo al profesor estar actualizado en los

conocimientos de su disciplina, aplicar nuevas formas de enseñanza y adquirir una perspectiva general de los aspectos académicos en que debe formar al estudiante.

Este artículo, se centra en soportar la función tutorial con respecto a los dos primeros niveles de actuación de la competencia Tutorial a través de una aplicación colaborativa, que suministra el Plan de Vida Académico gracias a un algoritmo de orden topológico, determinando la ruta crítica a seguir por parte del estudiante.

3 Las aplicaciones colaborativas

Una aplicación colaborativa, es una aplicación basada en computadora que apoya a un grupo de personas a alcanzar una tarea o meta común y que provee los servicios para apoyar la labor de los usuarios a través de una interfaz de ambiente compartido [3].

Las aplicaciones colaborativas soportan el trabajo en grupo a través de una interfaz compartida, propiciando la comunicación, colaboración y coordinación del grupo sin importar la situación geográfica, cultural, social, etc. de cada miembro del grupo; así como su adaptación a diferentes necesidades o cambios. Existe una gran variedad de aplicaciones colaborativas como las redes sociales, espacios para compartir archivos, grupos de trabajo, chats, aplicaciones de aprendizaje colaborativo y sistemas de gestión de conferencias. Existen tres principales características que las distinguen:

- *Colaboración:* Es la esencia en la actividad de grupo. Los elementos que intervienen en la colaboración son: actores, roles, objetos y tareas. La colaboración denota un grado mayor de participación en los actores y el rol que estos desempeñan para alcanzar un objetivo determinado, mediante la participación expresa en las tareas de grupo que permitan crear y manejar objetos (recursos y datos compartidos) de manera idónea.
- *Comunicación:* Los elementos que permiten caracterizar este proceso son los participantes, la información que se comparte y el medio utilizado. Esta podría tener lugar dentro (canales integrados de audio/video) o fuera del (e-mail, teléfono) entorno compartido.
- *Coordinación:* Consiste en gestionar dependencias entre las actividades realizadas en el grupo para alcanzar un objetivo. Por una parte, se tiene que identificar las actividades que deben realizarse de manera sincronizada mediante un lenguaje que permita definir dependencias temporales entre las actividades, y por otra, se debe asignar tareas a los participantes siguiendo roles que sean aceptados por el grupo, dando lugar a las reglas por las que se regirán los protocolos y la estructura organizacional del grupo. Ésta especifica los aspectos para evitar que los usuarios entren en conflictos y/o acciones repetitivas.

4 La propuesta de una aplicación colaborativa para tutoría

Por una parte, para el proceso de diseño y desarrollo de la presente aplicación colaborativa se ha considerado el uso del patrón arquitectónico Modelo-Vista-

Controlador (MVC) [4], permitiendo que el proceso sea más ágil y sencillo [5]. Por otra parte, la utilización de dígrafos acíclicos, específicamente se ha diseñado un algoritmo de orden topológico para poder encontrar la ruta más corta, que se le sugerirá al estudiante y deberá seguir en su plan de vida académico.

4.1 El patrón arquitectónico MVC

MVC es un modelo arquitectónico creado para reducir el costo y mejorar la calidad del software en el paradigma orientado a objetos, ya que suscita la modularidad al encapsular los detalles de la implementación detrás de las interfaces estables, reduciendo el esfuerzo necesario para entender y mantener el software existente. El patrón arquitectónico aporta un principio claro de separación entre la interfaz de usuario y la semántica de la aplicación subyacente.

- *Modelo*: Representa el conocimiento del dominio de la aplicación, es decir, formas únicas que caracterizan el estado y semántica de los datos que una aplicación puede requerir. Cuando un modelo cambia (se actualiza o se modifica), típicamente este cambio se notificará y será visualizado en las vistas.
- *Vista*: Es una representación visual del modelo, actúa como un filtro de presentación, ya que puede resaltar en el modelo ciertos atributos o suprimir otros. Interpreta las entradas del usuario, así que recibe las notificaciones de cambio del modelo para actualizar las representaciones, por lo tanto, debe identificar la parte de la salida que se verá afectada.
- *Controlador*: Éste es el vínculo entre el usuario y la aplicación. Contiene la información y los mecanismos necesarios para asociar una acción a cada evento, esto es, se encarga de recibir la entrada del usuario y decidir qué se debe hacer, en consecuencia se comunica con las vistas, determinando los datos que deben ser afectados en el modelo para sean visualizados.

4.2 Los dígrafos acíclicos

Un grafo G es un conjunto no vacío V (de vértices) y un conjunto A (de aristas) extraído de la colección de subconjuntos de dos elementos de V . Una arista de G es un subconjunto $\{a, b\}$, con $a, b \in V$, $a \neq b$ [6]. Los grafos dirigidos son aquellos cuyas aristas tienen una dirección definida. En la mayoría de los casos, la dirección de las aristas indica algún tipo de relación de precedencia (o dependencia) entre los nodos. Por tanto, un grafo dirigido acíclico o dígrafo, es aquel que no presenta ciclos [7]. Existen varios algoritmos para recorrer un grafo dirigido [6, 7].

- *Búsqueda primero en profundidad*: Expande cada uno de los nodos que va localizando, de forma recurrente, en un camino concreto; si ya no hay caminos, regresa, repitiendo el mismo proceso con cada hermano del nodo procesado.
- *Cierre Transitivo*: Indica los nodos que están conectados, utiliza una matriz de adyacencias, colocando 1 si están conectados dos nodos y 0 en caso contrario. De tal manera, que al seguir dicha matriz se obtiene el recorrido del grafo.

- *Camino más corto*: Además, de determinar si existe un camino entre dos o más nodos, busca el camino más corto de éstos.
- *Orden topológico (topological sorting)*. Es capaz de procesar los nodos de un dígrafo acíclico (DAG – *directed acyclic graph*) de tal forma que cada nodo sea procesado antes que los nodos a los que apunta. Un orden topológico de un dígrafo G es un orden lineal de todos los vértices, tal que si G contiene un arco (U, V), entonces U aparece antes de V en el ordenamiento.

Los grafos se han utilizado en diferentes áreas para modelar distintos problemas. Mientras los dígrafos acíclicos se han empleado, en la mayoría de los casos para solucionar problemas que presentan algún tipo de relación de precedencia (o dependencia) entre dos entidades. Por ejemplo, para la compilación de programas identificando sub-expresiones comunes [8]; los sistemas de tareas con el ordenamiento de restricciones [9]; encontrar el camino más corto en tiempo lineal, procesando los vértices en un orden topológico [10]; el flujo de datos de lenguajes de programación, describiendo los sistemas de valores que están relacionados entre sí [11]; representar formulas en las celdas de las hojas de cálculo [12] y en funciones binarias [13].

4.3 Módulos de la aplicación colaborativa

A partir de MVC se han podido identificar tres roles importantes:

- *Alumno*: Visualiza la ruta a seguir en cada cuatrimestre, así como las recomendaciones que pudiera hacer el tutor.
- *Tutor*: Visualiza los avances de sus tutorados, de modo que pueda seguir y aconsejarlos de manera adecuada.
- *Administrador*: Captura y actualiza la información académica tanto de profesores como estudiantes.

Mediante los roles anteriores ha sido posible establecer los módulos que conforman la aplicación y que se explican en las siguientes subsecciones.

4.3.1 Módulo de proyección de materias

Para este módulo, se ha diseñado un algoritmo de orden topológico para encontrar la ruta más corta, que seguirá el estudiante en su plan de vida académico en cada cuatrimestre o semestre. Considerando que una materia solo puede ser cursada una vez que se hayan cumplido sus prerrequisitos (aprobar las materias predecesoras).

Los nodos del grafo se corresponden con cada una de las materias del plan de estudios de la Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y las aristas dirigidas representan la secuencia de las mismas (Fig. 1a).

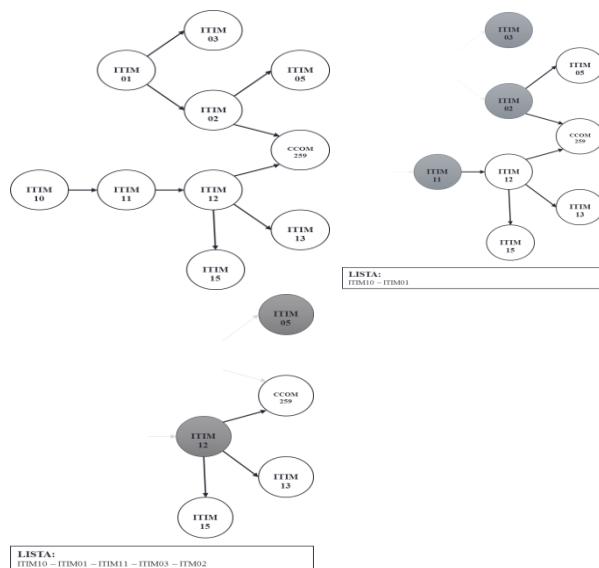


Fig. 1a) Materias a cursar. **1b)** Nuevo grafo y lista. **1c)** Grafo reducido y nueva lista.

El algoritmo propuesto consta de los siguientes pasos:

1. Inicia con un grafo que representa las materias a cursar y la lista vacía (Fig. 1 a).
2. Del grafo se seleccionan los nodos de grado cero (sin aristas incidentes), Fig. 1 a) ITIM01 e ITIM10.
3. Los vértices seleccionados serán agregados a la lista (el orden en que entren dependerá del peso del vértice).
4. Posteriormente, estos vértices serán eliminados del grafo (Fig. 1b).
5. Considerando el grafo restante, repetir los pasos del 2 al 5 hasta que no haya nodos por procesar (Fig. 2a) y se obtenga la lista final (Fig. 2b).

La lista ordenada que se obtiene al final, proporciona el orden en que el estudiante deberá tomar sus materias. La mejor opción está dada por sus primeros elementos.

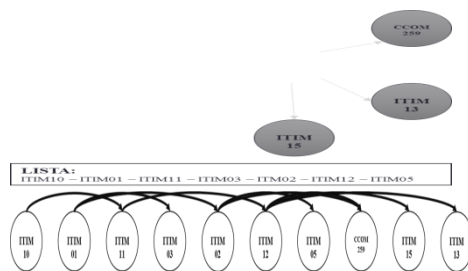


Fig. 2a). Grafo sin nodos a procesar.

2b) Lista final de materias a cursar.

4.3.2 Módulo de Tutorías

Este módulo tiene como objetivo orientar al estudiante acerca del tiempo (mínimo 3.5 y máximo 7 años) requerido para concluir la carrera, que dependerá de su disposición en cada periodo. El estudiante podrá visualizar el mapa curricular³ (gráfico o tabla) de la carrera y conocer los prerrequisitos (asignaturas que anteceden) de cada materia, así como el valor en créditos de las mismas. Además de información correspondiente a su avance académico como se muestra en la Fig. 4. Para la proyección (véase la Fig. 3), el estudiante tendrá que seleccionar el tiempo (3.5, 5, 6 o 7 años) en que desea finalizar la carrera; considerando que en los periodos de primavera y otoño podrá cursar como mínimo 3 o máximo 6 materias, mientras en verano 0 a 3.

El tutor en este módulo puede realizar diversos procesos a distancia para soportar el seguimiento, como revisar el avance y estado (inactivo en color gris, rezagado en rojo, bajo nivel en amarillo, regular en verde y excelente en azul) de cada uno de sus tutorados, así como brindarles información (véase la Fig. 5).

4.3.3 Módulo de Administración

El módulo de administración se centra en la configuración de la aplicación colaborativa y de la generación de reportes, implicando las siguientes acciones: agregar grupos de tutorados, insertar tutores, asignamiento de tutorados al tutor, visualizar estadísticas, inserción de archivos para lectura, visualización de avances de estudiantes, visualización de tutores.

5 Resultados

La principal aportación de este trabajo es un algoritmo de orden topológico, que permite determinar la ruta crítica del estudiante, de tal manera, que éste y su tutor

³ http://www.cs.buap.mx/~secreacademica/Mapa_ITI_06022015.pdf

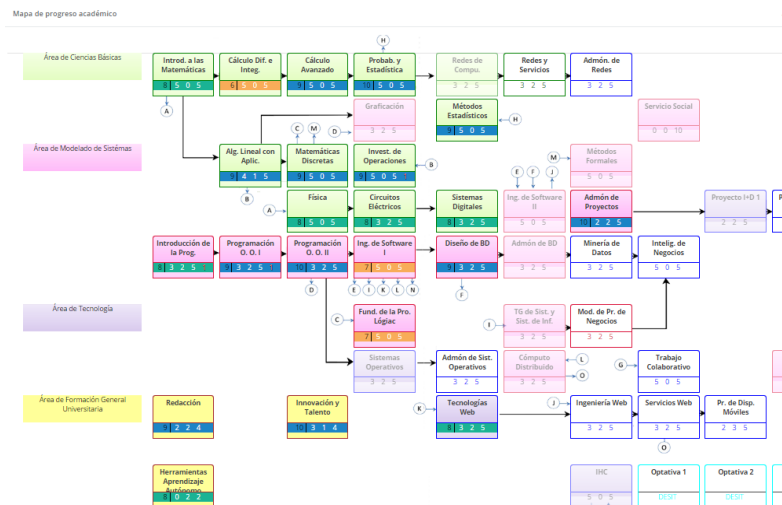


Fig. 3. Proyección de materias.

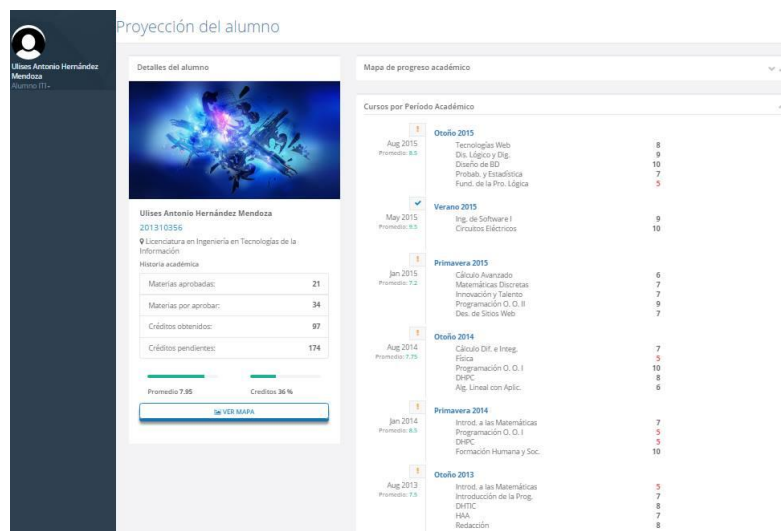


Fig. 4. Interfaz del estudiante.

puedan tomar decisiones convenientes a las necesidades del primero. De la experiencia del uso de la aplicación colaborativa se extrae lo siguiente: Los principales beneficios derivados de esta experiencia se concretan en las facilidades brindadas al tutor y estudiante. Para el primero, la información referente a todos sus tutorados (de una o varias secciones) en un solo espacio compartido, que le permite realizar un seguimiento académico a través de una comunicación y retroalimentación constante; así como la actualización automática del avance de sus tutorados. De esa manera, el profesor pueda exitosamente realizar su competencia tutorial. Para el segundo, además de recibir orientación directa por

parte del tutor, cuenta con una proyección de acuerdo a su perfil y avance académico, en cualquier momento que lo requiera.

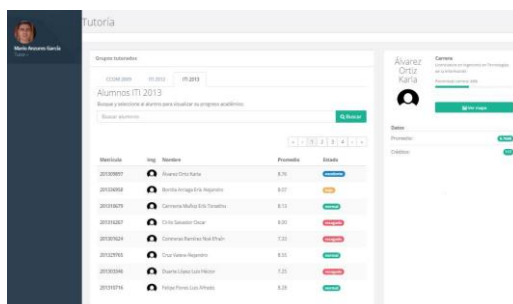


Fig. 5. Interfaz del tutor.

6 Conclusiones y trabajo futuro

Se desarrolló un prototipo de una aplicación colaborativa que soporta la competencia tutorial del profesor. Gracias a que la aplicación se basa en MVC, grafos, un algoritmo de orden topológico que obtiene la ruta crítica del plan de vida académico del estudiante. El prototipo resultante es robusto, usable y responsivo. El trabajo futuro se centrará en expandir el grafo, para determinar más de una única ruta.

Referencias

- [1] A. Rial Sánchez. Diseñar por Competencias, un reto para los Docentes Universitarios en el Espacio Europeo de la Educación Superior. INNOVACIÓN EDUCATIVA, No. 18, pp. 169-187, 2008
- [2] M. Anzures-Garcia, and L.A. Sanchez-Galvez. Los Desafíos del Profesor Universitario en la Formación basada en Competencias. Aportaciones de Redes Innovadoras en Tecnología Educativa. Capítulo 19. Dirección de Fomento Editorial. 1ª Edición, pp. 249-261, 2014
- [3] C.A. Ellis, S.J. Gibas, and G.L. Rein. Groupware: Some Issues and Experiences. Communications of the ACM, Vol. 34-1, pp. 39-58, 1991
- [4] O. Addy. Learning JavaScript Design Patterns. O'Reilly 2015
- [5] Anzures-Garcia, M.; Sanchez-Galvez, L.A.; Hornos, M.J.; and Paderewski, P. MVC Design Pattern Based-Development of Groupware, Proc. of the 4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation, pp. 71-80, 2016
- [6] R. Johnsonbaugh. Matemáticas Discretas. México: Prentice Hall 2005
- [7] R. Grimaldi. Matemáticas discretas y combinatorias. Una introducción con aplicaciones. México: Pearson
- [8] V. Turau, and W. Chen. GLB-closures in directed acyclic graphs and their applications. Graph-Theoretic Concepts in Computer Science. Vol. 903 LNCS pp. 121-129. 2005
- [9] S.S Skiena. El Manual de diseño de algoritmos, Springer, pp. 179-181, 2009
- [10] T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein. Introducción a los algoritmos (2ª ed.). MIT Press y McGraw-Hill. pp. 549-552, 2001

- [11] Dennis, Jack B. La primera versión de una lengua de procedimiento de flujo de datos, Simposio de programación, Vol. 19 LNCS, pp. 362-376, 1974
- [12] J.L. Gross, J. Yellen, P. Zhang. Manual de la teoría de grafos (2do ed.), CRC Press, 2013
- [13] S.B. Akers. Diagramas de decisión binaria, IEEE Transactions on Computers Vol. 27-6, pp. 509-516, 1978

El Tronco Inter y Multidisciplinar (TIM) en las Ingenierías en Computación y Electrónica en la UAM Azcapotzalco: hacia las competencias básicas y el uso de las TICs.

Dra. Alicia Cid Reborido¹, Dra. Sandra Martínez Pérez², M. en C. Lourdes Sánchez Guerrero³

¹Dept. de Ciencias Básicas, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, México. acr@correo.azc.uam.mx

²Depto. de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de Educación, Universidad de Barcelona, España. smartinezperez@ub.edu ó smartinezperez8@gmail.com

³Depto. de Sistemas, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco, México. lsg@aniei.org.mx

Resumen La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México, ante las demandas de la sociedad y su deseo de transformación y vanguardia, tomó la iniciativa de cambiar los planes de estudios de las diez licenciaturas de Ingeniería. Concretamente, en las licenciaturas de Ingeniería en Computación e Ingeniería en Electrónica se han llevado a cabo modificaciones importantes en los currículos de éstas. Para ello, se ha tomado en cuenta las demandas del perfil de egreso de ambas licenciaturas, en cuanto a las *competencias básicas* se refiere; y se ha creado y entrado en vigor a partir de otoño de 2013, un Tronco de formación integral denominado *Inter y Multidisciplinar (TIM)*, un modelo que aboga en primer lugar por la presencialidad y en segundo lugar, por la virtualidad a través de una plataforma digital, creando aulas virtuales, potenciando así una comunidad de aprendizaje entre docentes y alumnado a través de las asignaturas de este tronco TIM.

Palabras clave: formación integral, competencias básicas, modelo educativo inter y multidisciplinar.

La génesis del Tronco Inter y Multidisciplinar en la DCBI y los cambios promovidos

La División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) de la Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco preocupada por estar a la vanguardia en sus

planes y programas de estudio, ante la demanda del sector público y privado en la era de la información y las nuevas tecnologías, y ante la certificación de las diez licenciaturas de ingeniería de esta división, se dio a la tarea de diseñar un tronco de formación integral desde la educación formal e informal. Un tronco curricular que diera respuesta a las necesidades solicitadas por la sociedad y, a su vez, ofreciera una educación holística y transformadora. Donde el estudiantado no ingresara en “la universidad para encontrarse con compartimentos estancos, programas rígidos y una pobre o nula concepción de interdisciplina” (Porter, 2009:41); sino más bien, y retomando las palabras Porter, (2009:24-25), formara parte de un espacio en el cual todos:

- “Estudiamos para reconstruirnos y enriquecer nuestro ser en desarrollo.
- Educarse no es la acumulación de conocimientos, sino la transformación de uno mismo.
- Transitar por un plan de estudios, cumplir con sus ejercicios, no es, como en la construcción, pegar tabiques siguiendo los planos de un proyecto. Se trata de otro tipo de construcción que surge de la reflexión y de la capacidad de vernos a nosotros mismos a partir de lo que seamos capaces fuera de nosotros, para vernos en ello.
- Estudiar es una especie de labor autobiográfica en la que cada paso del plan de estudios (currículo con sus ejercicios y tareas a cumplir) es una representación reflexiva de nosotros mismos en la que vamos aprendiendo a vernos y *mirarnos unos a otros*.
- No vivimos solos, sino en sociedad. El “otro” es parte de nosotros, a veces es un espejo; vernos en los demás es parte de un autoretrato. Retratar es retratarnos”.

Desde esta mirada de cambios y de avances, el Tronco Inter y Multidisciplinar (TIM)⁴ fue creado con el objeto de generar la interdisciplina y multidisciplina a través de los saberes de los docentes investigadores de las otras Divisiones de la Unidad Azcapotzalco, en diálogos con el alumnado de la DCBI. Sin embargo, una labor importante en nuestros docentes es propiciar ese diálogo en el alumnado de ingeniería, principalmente en asignaturas como “Poder y Género”⁵, de la cual se requiere de profesionales expertos en abordar temas como sexualidad, transexualidad, derechos humanos, identidad, ya que ante las diversas y complejas

⁴ El TIM “es un bloque de asignaturas enfocadas a la formación integral de los alumnos a lo largo de sus estudios. Dentro de este bloque se incluyen asignaturas obligatorias y optativas relacionadas con las Ciencias Sociales, las Humanidades y aquellas que favorezcan la formación integral del alumno” (Lineamientos CBI-A, 2010).

⁵ La asignatura optativa de “poder y género” con seis créditos comenzó a impartirse desde el trimestre 13-I, la riqueza de la misma es que pueden impartirla tanto docentes de la División de Ciencias Sociales y Humanidades como de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, con la experiencia profesional en el tema en estudio.

preguntas del estudiantado se precisa de profesionales en temas de salud, derechos humanos, diversidad sexual, sociología y pedagogía. Solo así es posible generar una formación integral, cuya óptica se centra en los procesos del propio alumnado, ayudándolos y acompañándolos en sus tránsitos en sus posicionamientos a través de *des-aprender y aprender* nuevas maneras de mirar la vida. Un desaprender que se entiende, según Mezirow (2000), como un aprendizaje en transformación, en el que se requiere de un cambio en nuestros marcos “mentales” de referencia, con el fin de que éstos sean más flexibles, abiertos, críticos, reflexivos e inclusivos y que generen conocimientos y argumentos justificados que guíen las acciones. De este modo, la asignatura de Taller de teatro, totalmente presencial, genera en el alumnado un momento de relajación, diversión, aprendiendo y desarrollando nuevas habilidades de comunicación y competencias sociales.

En relación a las Tecnologías de la Información, se diseñaron asignaturas como Narrativa para medios audiovisuales y digitales y se crearon aulas virtuales en las asignaturas de Introducción a la Ingeniería y Responsabilidad Social, para dar respuestas a la gran demanda de alumnos que las solicitaban. La metodología de trabajo es el B-learning, donde el estudiantado se enfrenta al desarrollo de ciertas competencias, en las que tiene que buscar, encontrar y seleccionar información relevante en la red y elaborar nuevas informaciones, a partir del trabajo en equipo y de la toma de decisiones (Bartolomé, 2004). A pesar de esa parte virtual, también existe la presencialidad, este es el caso de Introducción a la Ingeniería, en cuya asignatura los exámenes se hacen de manera presencial, pero en el edificio de cómputo en aulas virtuales. Se observa que el alumno siempre busca de manera presencial las respuestas de sus preguntas e inquietudes con el profesor correspondiente.

Alumnado, competencias y desarrollo

La competencia es la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada. (...) supone una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción **eficaz**. (DeSeCo, 2003).

Para poder responder a las complejas demandas y adquirir ese “saber hacer”, por parte del alumnado, será necesario partir de un aprendizaje basado en competencias, que apueste por el abordaje de todas las áreas del conocimiento, y contar con el profesorado de las Divisiones de Ciencias Sociales y Humanidades (DCSH) y de la División de Ciencias y Artes para el Diseño (DCyAD), con el fin

de que participe en la impartición de las asignaturas del Tronco Inter y Multidisciplinar, ya que el TIM de la DCBI fue creado y pensado para que docentes de las otras divisiones de dicha Unidad trabajen y formasen parte dentro de una perspectiva inter y multidisciplinar que tienda hacia la transdisciplina.

Bajo esta línea, parece muy interesante recuperar la propuesta de Porter (2009: 32-33) en relación al alumnado ya que “experimenta una transición que los llevará de ser jóvenes a ser universitarios y que implica abandonar el subjetivismo adolescente para “ser siendo con el otro”, a lo largo de un proceso de desarrollo y adquisición de competencia. Este tránsito nos obliga a pensar acerca del significado de ser joven en el México de hoy, cuestión harto relevante sobre todo en una institución donde el promedio de edad de los profesores es de cincuenta y tres años, mientras que el de los alumnos es de diecinueve años. El tronco nace con la idea de acompañar y guiar al joven universitario en la construcción de su propia identidad. Así mismo, su finalidad es formar y desarrollar seres humanos integrales con conciencia ciudadana, ecológica, crítica, reflexiva, sensibles a las necesidades de su entorno con ética y valores. Ante ese objetivo de formar personas críticas y reflexivas, se brinda la oportunidad de cursar diversas asignaturas, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Nombre de la asignatura	Trimestres							Total
	13°	14I	14P	14O	15I	15P	15O	
Introducción al Desarrollo Sustentable	37	39	33	48	30	28	27	242
Introducción a la Ingeniería	14	21	38	25	19	16	23	156
Economía Mundial	50	36	38	7	13	5	6	155
Retos del Desarrollo Nacional	1	28	22	29	11	23	31	145
Poder y Género	23	14	28	29	12	12	27	145
Innovación	10	14	18	13	13	27	23	118
Taller de Planeación y Ejecución de Proyectos	2	6	8	14	33	24	26	113
Temas Selectos Inter y	30	-	15	16	15	15	15	106

Multidisciplinares II								
Historia Social de México en el Siglo XX	15	17	15	14	12	8	9	90
Derechos Humanos	14	12	4	13	4	5	13	65
Ética y Valores	11	6	13	14	12	6	1	63
Historia del Arte	9	12	4	14	3	3	5	50
Taller de Fotografía	-	13	8	11	2	5	5	44
Taller de Teatro	8	3	6	10	1	3	4	35
Familia y Violencia en el México Contemporáneo	14	7	-	-	4	4	4	33
Divulgación del Conocimiento	8	1	1	6	6	9	-	31
El Paisaje como agente de los asentamientos y de la cultura	4	14	12	-	-	-	-	30
Narrativa para medios audiovisuales y digitales	-	9	9	5	-	-	6	29
Herramientas para el emprendedor	5	9	3	1	2	3	4	27
Taller de Expresión Oral y Escrita	-	12	2	7	4	-	-	25
Taller de Dibujo	-	3	8	6	1	-	6	24
Inserción laboral	7	9	-	-	-	-	-	16
Responsabilidad social organizacional	2	8	-	1	-	-	4	15

Género y Sexualidad	4	7	-	-	-	-	-	11
Planeación Estratégica	-	-	-	-	3	-	5	8
Proyectos de Inversión	-	-	-	6	1	-	-	7
Temas Selectos Inter y Multidisciplinarios I	-	-	-	-	-	4	1	5
Habilidades creativas para el ámbito profesional	-	4	-	-	-	-	-	4
Experiencia Inter y Multidisciplinar	-	-	-	-	-	2	1	3

Fuente: Tablero de Información y Gestión Universitaria (TIGU). Abril, 2016.
Nota: Se toma como base el número de la demanda del alumnado de Ingeniería Electrónica a las asignaturas del TIM.

Como podemos observar el alumnado cuenta con 29 asignaturas de diferentes disciplinas, un amplio abanico con el propósito de potenciar las *competencias básicas* (capacitación para la integración a la vida laboral y social), *las competencias genéricas o transversales* (no están ancladas a una disciplina en concreto, sino que son aplicadas a diversas materias, como es el caso del TIM), *las competencias específicas* (propias de la titulación y del perfil profesional del estudiantado) y *las competencias digitales* (utilización de las TIC de manera creativa y crítica con el fin de alcanzar los objetivos relacionados con el aprendizaje, el mercado laboral y la participación en la sociedad). En este sentido, la competencia digital: “debe ser una prioridad en lo que a las estrategias de aprendizaje permanente se refiere, ya que las TIC se están convirtiendo en un elemento cada vez más importante para el ocio, el aprendizaje y el trabajo en todos los ámbitos. Su inclusión en el currículo oficial evita que sea una facultad de algunos estudiantes y pase a convertirse en un elemento a alcanzar por todos, al finalizar la escolarización obligatoria” (ITE, 2010:10). Así pues, todas estas competencias y la alfabetización prioriza el proceso de desarrollo y construcción de la persona, en nuestro caso, del alumnado y del profesorado, como sujetos

ciudadanos, de socialización y en constante relación con la sociedad que nos envuelve.

Valoraciones y perspectivas de futuro

Hasta hace poco la enseñanza superior se centraba en la transmisión de unos meros conocimientos científico-técnicos. La importancia de cambiar de posición y de mirada ha llevado a la UAM – Azcapotzalco, concretamente a la DCBI, a replantearse un nuevo modelo, el TIM, en el cual el diseño curricular de los planes de estudios se construyen desde una perspectiva integrada y global, y a la vez potencia el desarrollo integral de su alumnado mediante la adquisición de una serie de competencias que favorezcan sus procesos de aprendizajes a lo largo de la vida, una transformación que es paulatina y que aún requiere de nuevos cambios e implicaciones por parte de todos los agentes implicados. De este modo, Bunk (1994) ya afirmaba que quien posee competencia profesional, es quien dispone de los conocimientos, las destrezas y las actitudes necesarias para ejercer su propia actividad laboral, resolver los problemas de forma autónoma y creativa y está capacitado para actuar en su entorno laboral y en la organización del trabajo. A través del TIM se ha buscado ese trabajo en equipo de diferentes áreas y formación con el propósito de diseñar y aplicar un proyecto común con una visión inter, multi y transdisciplinar que requiere de los saberes de todas las disciplinas involucradas para el desarrollo de dicho proyecto en común. Para ello, somos conscientes que aún queda un arduo camino por recorrer, ya que la formación basada en competencias requiere del desarrollo de una nueva forma de pensar y de racionalidad que trascienda la parcelación y la fragmentación, con la cual hemos sido formados en la educación formal, con el fin de que aborde la realidad en su “multidimensionalidad”, como un poliedro, en la diversidad de las disciplinas que interactúan a través del diálogo, reconociendo la incertidumbre, en una sociedad en constante cambio, y con un alto grado de incertidumbre; todo ello, nos hace visualizar la multidimensionalidad desde lo económico, político, social, legislativo, educativo y ambiental en una sociedad globalizada, volátil y líquida. Así pues, Tobón (2008:46) desde el pensamiento complejo, reconoce a “las competencias como un enfoque inacabado y en constante construcción-deconstrucción-reconstrucción – requiriéndose continuamente del análisis crítico y la autorreflexión para comprenderlo y usarlo”, solo así será posible una transformación interna del alumnado que lo llevará a una madurez intelectual y emocional para su formación integral como profesional en Ingeniería.

En relación a las TICs, éstas son una herramienta básica que nos debe ayudar a reforzar las estrategias de aprendizaje en las aulas virtuales y no suplir el lugar del docente. En el caso de la asignatura de Introducción a la Ingeniería se busca que las TICs nos ayuden a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo cual implica

una gran responsabilidad por parte del profesorado de no olvidar su papel de facilitador del aprendizaje y guía del alumnado. Así pues, ¿por qué se percibe que es necesario formar en competencias digitales en la enseñanza universitaria? “porque las universidades deben ofrecer a la ciudadanía una educación superior, donde, entre otras metas, se les forme como sujetos competentes para afrontar los complejos desafíos de la cultura, del conocimiento, de la ciencia, de la economía y de las relaciones sociales de este siglo XXI” (Area, 2010:4). Profesorado y alumnado realizan actividades formativas e interacción más allá del espacio y el tiempo, se da un intercambio y una colaboración entre todos los sujetos (Cabero y Llorente, 2008), y se potencia otras competencias, como se ha manifestado en las asignaturas virtuales, Introducción a la Ingeniería y Responsabilidad Social, que “a medida que el atractivo de la tecnología aleja a personas de todas las edades de sus habituales interacciones personales, su circuito neuronal cambia y las habilidades sociales cotidianas empiezan a declinar. El grado de estas adaptaciones varía, según sean la experiencia previa de la persona, la cantidad de tiempo on-line y otras influencias. Las nuevas tecnologías han generado avances muy importantes, y el reto está en aprovecharlas sin dejar que se impongan a otros aspectos importantes de nuestra personalidad” (Small y Vorgan, 2009:147).

De este modo, las nuevas TICs nos brindan la oportunidad de cambio en las formas y en las relaciones, implica permutar la política de formación y los roles de los sujetos implicados en todos los procesos de transformación, adaptación, aprendizajes y evaluación.

Conclusiones

A dos años de la puesta de marcha de las nuevas asignaturas del Tronco Inter y Multidisciplinar (TIM) en la División de Ciencias Básicas e Ingeniería, lo cual en principio ha propiciado que el alumnado se implique más en el quehacer del día a día de manera inter, multidisciplinariamente, trabajando en equipo, lo cual le permite ejercitar más la tolerancia, solidaridad, empatía y respeto hacia las aportaciones del otro(a), en muchas ocasiones con el alumnado de las otras Divisiones. Se pretende que tanto el Coordinador de Ingeniería Electrónica y la Coordinadora de Ingeniería en Computación consideren también que las asignaturas de los otros troncos de formación, se puedan redefinir dentro de los planes de estudios de las licenciaturas de Ingeniería mencionadas, donde se recoja, a partir de los planes, aquellas *competencias comunes* a toda la UAM Unidad Azcapotlco (p. ej.: capacidad comunicativa, compromiso éticos y trabajo en equipo), las *competencias transversales de la titulación* (capacidad de adaptación al cambio en la sociedad del conocimiento y desarrollo de una actitud innovadora y creativa) y las *competencias específicas de la titulación* (diseño y aplicación de estrategias,

técnicas y recursos) tomando en cuenta en todo momento, esa mirada inter y multidisciplinar que nos ofrece el TIM.

Referencias

- Area, M. (Coord.). “Competencias informacionales y digitales en educación superior”. Barcelona: UOC; 2010.
- Bartolomé, A. “Blended Learning. Conceptos Básicos” En *Píxel – Bit. Revista de Medios y Educación*, 23, 2004, 7-20.
- Bunk, G. P. “La transmisión de las competencias y la formación y perfeccionamiento profesionales de la RFA”. *Revista Europea de Formación Profesional*, I, 1994, 8-14.
- Cabero, J. y Llorente, M.C. (2008): “La alfabetización digital de los alumnos. Competencias digitales para el siglo XXI”. *Revista Portuguesa de Pedagogía*, 42, 2, 2008, 7-28.
- Instituto de Tecnologías Educativas (ITE). “Iniciativas 1:1” En http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/Informe_1a1_mundial ITE octubre 2011.pdf
- Mezirow, J. “Learning to think like an adult.” En Jack Mezirow and Associates, *Learning as Transformation. Critical Perspectives on Theory in Progress*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 2000.
- Porter, L. “Entrada al diseño. Juventud y universidad”. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2009
- Rychen, D.S. y SalganiK, L.H. “La definición y selección de competencias claves”. DESECO, 2003.
- Small, G. y Gigi V. “El cerebro digital. Cómo las nuevas tecnologías están cambiando nuestra mente”, Barcelona: Urano, 2009.
- Tobón, S. “Formación basada en Competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica”, Bogotá: Ecoediciones, 2008.

IV. Cómputo Móvil

Rediseño de la Aplicación Móvil con Uso de Gamificación para el Desarrollo de la Psicomotricidad Fina Viso Manual.

Salvador Guerrero¹, Marcela Cárdenas²,
Alma Esparza³, Francisco J. Álvarez⁴.

¹Instituto Tecnológico de Jiquilpan
Av. Carr. Nacional s/n Km. 202 Jiquilpan de Juárez, Michoacán C.P. 59510

²Instituto Tecnológico de Tepic
Av. Tecnológico # 2595, Col. Lagos del country. Tepic, Nayarit. C.P. 63175.

^{3,4} Universidad Autónoma de Aguascalientes.
Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, C. P. 20131, Aguascalientes

¹chavo1994@live.com, ^{2,3}{marcela_173_2, alma2_laura5} @hotmail.com,
⁴fjalvar@correo.uaa.mx

□ **Resumen.** Los avances tecnológicos en los últimos años han impulsado a la Sociedad actual a inclinarse con una confianza creciente hacia las distintas posibilidades de explotar servicios antes desconocidos, para esto existe una de tantas plataformas llamada Android que utiliza un lenguaje de programación, herramientas propias y paradigmas de programación particulares. Entonces con esta plataforma se pretende realizar la aplicación que ayudara a desarrollar a niños de entre 3 y 6 años la técnica de psicomotricidad fina viso-manual por medio del picado con punzón utilizando técnicas de gamificación, además la herramienta que se utilizara para la creación de la aplicación será unity que permite desarrollar videojuegos y el lenguaje que se utilizara será JavaScript y en este artículo explicaremos algunas partes del código.

□ **Palabras Claves:** Psicomotricidad, Rediseño, Gamificación, Interfaces.

8 Introducción

El desarrollo de App para dispositivos móviles, deben adecuarse a las necesidades del usuario limitadas por tres restricciones: calidad, tiempo y requisitos. Por lo tanto, se puede decir que el principal problema en el desarrollo de App consiste en satisfacer al usuario a través de productos.

El uso de dispositivos móviles permitirá que exista una mayor accesibilidad para ayudar a que los usuarios, que cuentan con alguna deficiencia de sus capacidades puedan desarrollar y fortalecer sus habilidades y destrezas básicas para la vida.

Al mismo tiempo el usuario podrá adquirir percepciones y sensaciones que le ayuden a conocer y controlar su cuerpo y lo que le rodea, facilitándole la integración con el medio y con los demás.

La aplicación se desarrollara utilizando la técnica de picado por punzón ya que implica la presión correcta, control del movimiento y atención sostenida [1].

El desarrollo de la técnica en la aplicación se ve reflejada al momento en el presiona el botón mostrando una emotición feliz o triste dependiendo el orden del

botón esto generara sorpresa en el niño y seguirá motivando para continuar la aplicación será aplicada a niños de 3 a 6 años de edad.

El trabajo de la motricidad fina que debe desarrollar la niña y el niño mediante estrategias didácticas es muy importante, ya que nos ayuda a estimular la coordinación viso-manual.

Definiendo los conceptos principales de como lo es, la gamificación que es el empleo de mecánicas de juego en entornos y aplicaciones no lúdicas con el fin de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y otros valores positivos comunes a todos los juegos. Se trata de una nueva y poderosa estrategia para influir y motivar a grupos de personas [2].

El otro termino es psicomotricidad que como disciplina se limita al tratamiento de aquellos niños y adolescentes que presentaban alguna deficiencia física o psíquica pero, actualmente se considera una metodología multidisciplinar cuya finalidad fundamental es el desarrollo armónico del niño y como ciencia que, considerando al individuo en su totalidad, psique-soma, pretende desarrollar al máximo las capacidades individuales, valiéndose de la experimentación y la ejercitación consciente del propio cuerpo, para conseguir un mayor conocimiento de sus posibilidades en relación consigo mismo y en con el medio en que se desenvuelve [3].

El principal motivo de la reconstrucción de la aplicación es el estado en el que se encontraba cuando se asignó el proyecto, los botones se encontraban con tamaño pequeño sin ninguna animación, se encontraban paneles que opacaban el fondo, la ubicación de los botones no era la correcta la adaptación a diferentes pantallas no se realizaba automáticamente, por tales motivos para el usuario no era tan atractivo en general la aplicación no era muy llamativa en los aspectos como usabilidad, color, atractivo, no cumplía con algunos aspectos para poder considerarla una buena app.

Para la construcción de la aplicación existe la plataforma Android que utiliza un lenguaje de programación, herramientas propias y paradigmas de programación particulares pero que es Android, es un sistema operativo, inicialmente diseñado para teléfonos móviles como los sistemas operativos IOS (Apple), Symbia (Nokia) y BlackBerry OS. En la actualidad, este sistema operativo se instala no solo en móviles, sino también en múltiples dispositivos, como tabletas, GPS... [4].

Desde el surgimiento de los primeros videojuegos modernos en la década de 1960, el creciente interés hacia ellos y las diversas aplicaciones que se les ha dado. La herramienta que se utilizara para la creación de la aplicación será unity que permite desarrollar videojuegos en 3D en diversas plataformas, para que nuestra aplicación sea más factible llevara recursos que unity permite importar como lo son texturas, imágenes, sonidos etc. Unity se encarga de toda la parte complicada y a nosotros nos toca la parte del desarrollo de la aplicación, para eso crearemos nuestros scripts, que es un lenguaje de programación que ejecuta diversas funciones o instrucciones en el interior de un programa de computador [5], para la edición de estos scripts se utilizara MonoDevelop-Unity, una parte importante de nuestra aplicación es la interacción con el usuario por lo que también se cubrirá el tema de la interfaz de usuario, usando elementos gráficos que aumentaran el atractivo y la funcionalidad del juego [6].

2 Caso de estudio

En el trabajo realizado lo que se proyecta es el desarrollo de la psicomotricidad, que pretende desarrollar al máximo las capacidades individuales, valiéndose de la experimentación y la ejercitación consciente del propio cuerpo, para conseguir un mayor conocimiento de sus posibilidades en relación consigo mismo y con el medio que se desenvuelve [7], esto se realiza desde los primeros meses de vida, donde no se deben realizar movimientos largos, sino movimientos en los cuales se trate de lograr precisión.

Nuestro principal trabajo es el rediseño de dicha aplicación es con la finalidad de que esta sea atractiva y entendible para el usuario, así como un fácil manejo de la misma, por tal motivo, las escenas se construyeron con animaciones a fin de que el usuario pueda identificar el orden que debe seguir así como una reubicación y un mayor tamaño de los botones, además nuestra aplicación se centrara en la técnica de gamificación que ayudara a potenciar la concentración, el esfuerzo, la fidelidad en el usuario, para esto cierto código hará visible una emoticón cada que presione un botón de igual manera se contempla el número de botones presionados correctamente para mostrar una escena feliz o triste.

3 Metodología.

El paradigma del modelo en espiral es actualmente el enfoque más realista en la ingeniería del software tradicional para sistemas grandes ya que utiliza un enfoque evolutivo que permite al ingeniero y al cliente entender y reaccionar a los riesgos que se detectan en cada espiral. Utiliza la creación de prototipos como un mecanismo de reducción del riesgo y mantiene el enfoque del ciclo de vida clásica, pero incorporándolo dentro de un proceso iterativo que refleja de forma más realista al mundo real [8].

Para el desarrollo de una APP que utilice tanto las técnicas de gamificación y las Técnicas de psicomotricidad fina viso-manual se utilizó el modelo en espiral propuesto por Alma Laura Esparza [9].(véase la figura 1).

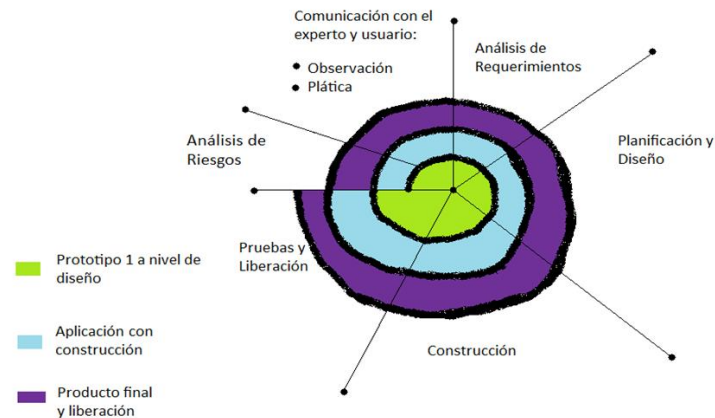


Fig. 1. Modelo en espiral propuesto, para la construcción de la aplicación para el desarrollo de psicomotricidad fina viso-manual utilizando técnicas de gamificación

Este artículo solo desarrolla estas dos fases del modelo de en espiral.

Construcción: va más centrado en el diseño de interfaz y codificación del software o APP.

- (C III-CCM) Codificación de cambios y nuevos módulos dependiendo del caso.
- (C III-CUM) Unificar módulos en cada componente
- (C III-IC) Integrar componentes
- (C III-IA) Implementar APP.

Pruebas y liberación: se realizan las pruebas necesarias las cuales se centran en la detección de errores y asegurar que la entrada definida produce resultados reales de acuerdo con los resultados requeridos.

- (PL III-RP) Realizar Pruebas
- (PL III-RI) Recolectar Información
- (PL III-LA) En caso de decidir dar por terminada la iteración se libera la APP al Usuario.

3.1 Construcción

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó Unity versión 5.1.1f, este software viene con interfaces que permiten visualizar que es lo que se estará utilizando y de qué manera se verá la aplicación una vez diseñada, lo cual facilita en gran manera a la hora de colocar: el menú, imágenes, u otras características que la aplicación requiera.

Para la edición de Scripts Unity permite editarlos en lenguajes como JavaScript, C# y Bo, para el desarrollo de la aplicación se optó por el lenguaje JavaScript, la decisión de utilizarlo es que es mucho menos estricto que c#, una vez elegida la plataforma y el lenguaje a utilizar se comenzó con la realización de la aplicación.

Continuando con el modelo en espiral de Alma Laura Esparza y con la fase que este artículo contiene es el de la construcción, que en base a los requerimientos, a la planificación y diseño se realiza la construcción de la aplicación.

Las partes que componen la fase de construcción son las siguientes

- (C III-CCM) Codificación de cambios y nuevos módulos dependiendo del caso.

Como trabajamos sobre la tercera y última iteración de la creación de la aplicación están muy dados los cambios en la aplicación debida que el diseño también sufrirá cambios desde interfaz como el funcionamiento de cada uno de los componentes de la aplicación.

- (C III-CUM) Unificar módulos en cada componente

Se tienen varios botones en la aplicación y por tal motivo cada uno cuenta con código específico que realiza cierta función.

- (C III-IC) Integrar componentes

Con integrar nos referimos que cada componente sea una parte de todo independiente de que cada componente tiene una función en específico

- (C III-IA) Implementar APP.

Una vez realizados los cambios que se dieron con el diseño la aplicación ya puede estar en funcionamiento para las posteriores pruebas.

Para comenzar con la construcción, se determinó que trabajaríamos con letras y números siendo estas las escenas principales, además en lo planteado se determinó la técnica de picado por punzón por tal motivo se utilizaran botones dando un terminado como se muestra en la figura 2, en base a la arquitectura dirigida por eventos, expuesta por Alma Laura Esparza, se realizaron varios scripts, la lógica que se utilizó es que solo un script tenga las funciones para los botones principales, los demás scripts cumpliendo con una serie de condiciones podrán mostrar otras escenas de la app, por ejemplo el botón 3 de la figura 2 tiene una condición que verifica cuantos aciertos obtuvo el usuario a fin de mostrar una escena triste o una contenta mostrando aquí lo que es la gamificación.

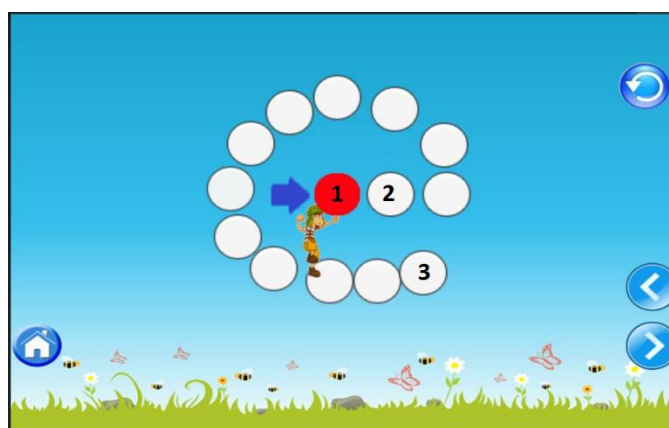


Fig. 2. Una de las escenas principales de la aplicación con los botones.

Debido a que en la versión anterior los botones no tenían nada que motivara al usuario se le agrego una animación que unity permite, agregamos color y cada cierto tiempo cambia el color, (1 de la figura 2) y botones sin animación pero también pueden ser presionados por el usuario (2 de la figura 2), en la figura 3 se visualiza la función que se utilizó en tal botón con animación.

```
function Presionar2()
{
    ban2=1;
    Caritatriste1.SetActive(false);
    Caritatriste2.SetActive(false);
    Caritatriste3.SetActive(false);
    Caritatriste4.SetActive(false);
    CaritaFeliz.SetActive(false);
    CaritaFeliz3.SetActive(true);
    CaritaFeliz2.SetActive(false);
    opaco2.SetActive(true);
    Boton2.SetActive(false);
    if(b3b==3 && b6b==6 &&
    b4b==4 && b5b==5)
    {
        Boton7.SetActive(true);
        Boton7b.SetActive(false);
        elmo2.SetActive(false);
        elmo7.SetActive(true);
    } else
    if(b3b==3 && b5b==5 && b4b==4)
    {
        Boton6.SetActive(true)
        Boton6b.SetActive(false);
        elmo2.SetActive(false);
        elmo6.SetActive(true);
    } else
    if(b3b==3 && b4b==4) {
        Boton5.SetActive(true);
        Boton5b.SetActive(false);
        elmo2.SetActive(false);
        elmo5.SetActive(true);
    } else
    if(b3b==3) {
        Boton4.SetActive(true);
        Boton4b.SetActive(false);
        elmo2.SetActive(false);
        elmo4.SetActive(true);
    } else {
        Boton3.SetActive(true);
        Boton3b.SetActive(false);
        elmo2.SetActive(false);
        elmo3.SetActive(true);
    }
}
```

Fig 3. Presenta a través de código, la función visualiza imágenes, esta función tiene como acción que al presionar el botón correcto se oculta una y se muestra otra imagen en diferente posición de igual manera se muestra un emoticón feliz o triste dependiendo la circunstancia.

El botón 2 de la figura 2 tiene otra función en el script ese botón puede ser presionado pero muestra que está mal y activa un emoticón triste, debido a que no es el que se indica, de igual manera se visualiza otra imagen con una cruz, como se representa en la figura 4 (imagen 1), ese error se contabiliza, se tiene un contador en el script principal, por esta razón en la figura 3 tiene varias condiciones verifica si adelante existe un botón presionado, si es así se activa el siguiente botón animado, visualizando un color más opaco indicando que el botón ya fue presionado.

El botón 3 de la figura 2 es el final de la letra, picado este botón ejecuta una función se encuentra en el script principal, su primordial función es de mostrar ya sea una escena feliz o una escena triste en la figura 4 se visualiza este caso.

Esta función verifica cuantos aciertos tiene el usuario para esto se utiliza el contador si el contador es menor de 10 aciertos de igual manera si los errores, se tiene otro contador de errores, son 5, la gamificación es triste imagen 3 en caso contrario se visualiza la alegre imagen 2 de la figura 4 además activa una bandera para indicar

que la letra o numero fue terminada, esto nos sirve para verificar cuantas letras han sido terminadas en el nivel.

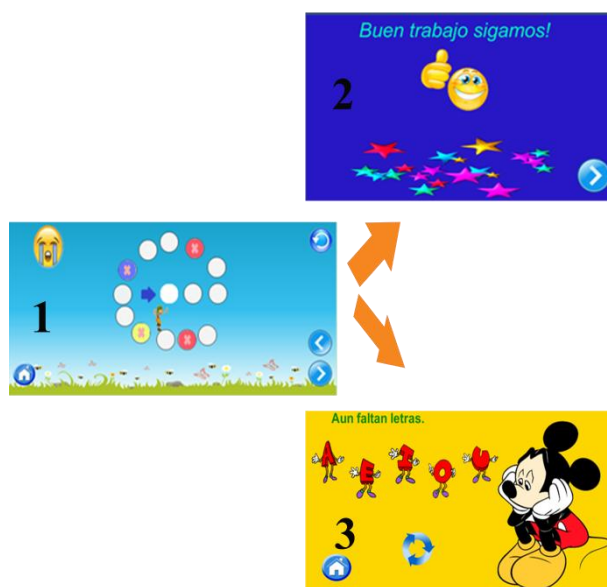


Fig. 4. Escenas que se muestran cuando se cometen o no errores.

En caso de que la escena sea correcta se verifica que letra falta, con una serie de condiciones se presenta la escena de la letra que aún no se completa, una vez que la letra fue correcta se activan los colores claros y se ocultan los botones con las animaciones de igual manera se ocultan los errores y colores opacos.

En caso contrario aparece la escena triste indicando que la letra está mal, se da la opción de volver hacer la letra o puede escoger otra diferente de las que faltan para que la escena sea más atractiva se implementó animaciones a fin de que el usuario pueda escoger otra letra, en caso de que el usuario haiga terminado una letra esta ya no se visualiza en esa escena ya que la bandera de esa letra o numero ya fue activada.

Para el nivel 2 lo que se agregó a las escenas fue otros botones tal y como se muestra en la figura 4, para esto se implementó otro script debido a que se cambió el código, en la función principal el cambio fue muy significativo ya que en este nuevo script son más condiciones.

Al presionar el botón 1 de la figura 4 activa una bandera para indicar que el botón fue presionado, después verifica que el botón 2 haiga sido presionado, y viceversa, si es así se visualiza el emoticón feliz, se activan el botón 3 y botón 4 de la figura 4, en caso de equivocarse se visualiza el botón 6 de la misma figura.

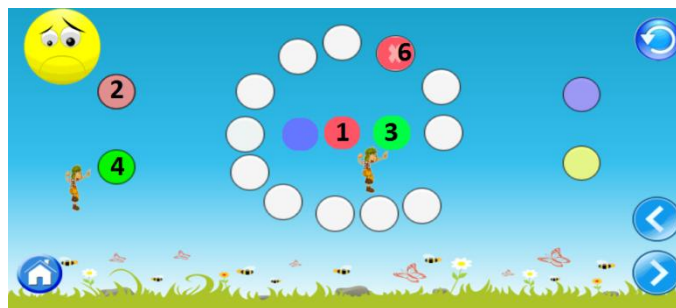


Fig. 4 Una de las escenas principales del nivel 2.

Se dijo que el segundo nivel consta de 4 botones más el usuario debe presionar los dos a fin de que pueda obtener coordinación y pueda distinguir los colores que se indican entonces cada botón fuera cuenta con su propia función, esta función activa una bandera que es propia del botón después existe una condición que verifica si el otro botón con el mismo color fue activado, las banderas de los botones que conforman la letra son las 14 las banderas de los botones de afuera son 4.

El código de esta función es verificar que la bandera del botón que conforma la letra coincida con el botón de afuera si es así se activa el siguiente botón y vuelve la bandera del botón de afuera a 0 para indicar que aún no ha sido presionado, y también cambia el personaje en diferente posición.

La verificación de los aciertos y errores es el mismo algoritmo del nivel 1.

3.2 Pruebas y liberación

Se realizan las pruebas necesarias las cuales se centran en la detección de errores y asegurar que la entrega definitiva produzca resultados reales de acuerdo con los requerimientos, a continuación se describen las actividades.

- Realizar Pruebas
Las pruebas se llevaron a cabo en la fundación “Fundown”, se realizaron con dos niños de aproximadamente 5 y 6 años.
 - 1.-Se dejó a los niños a que ellos mismo trataran de entender la aplicación.
 - 2.-Se les explico el funcionamiento de la aplicación.
 - 3.-Se le ejemplifico el funcionamiento.
 - 4.-Se realizaron las actividades con ellos tomándoles las manos indicándoles donde se debería picar a fin de que ellos después pudieran realizarla solos.
- (PL III-RI) Recolectar Información
Los resultados de las pruebas son las siguientes.
 - 1.- El primer nivel los niños pudieron identificar como se inicia la aplicación cabe destacar que la animación que se le puso a al botón fue la principal atracción para que el niño picara el botón correcto.
 - 2.-Se encontraron algunos problemas como el de la adaptación de la aplicación a diferentes resoluciones de dispositivos algunas letras se mostraban grandes o se mostraban amontonados los botones.
 - 3.-El segundo nivel se les complico un poco a los niños ya que no sabían que hacer pero para esto se le explico a la maestra a fin de que ella pueda ayudarles.
 - 4.-Se corrigió la lentitud de la aplicación, y también se decidió cambiar el fondo en algunas letras
- (PL III-LA) En caso de decidir dar por terminada la iteración se libera la APP al Usuario.
La liberación de la aplicación está en proceso una vez modificados los errores se determinara si se da por terminada la aplicación.

4 Conclusiones y trabajos futuros

Con las pruebas realizadas se llegó a la conclusión de que el rediseño de la aplicación Móvil con Uso de Gamificación, logra cumplir los requerimientos de una buena aplicación, además de que la gamificación es una buena técnica para poder motivar a

los usuarios y les permite desarrollar aspectos como la motivación entre otras, otro aspecto son los colores de una aplicación entre más colores tenga la aplicación puede ser más llamativa.

En el aspecto de la construcción se cumplió con los requerimientos que se plantearon en el diseño, esto gracias al programa utilizado, se logró un gran conocimiento en la creación de aplicaciones, la metodología ayudo a generar esos conocimientos ya que siguiendo los puntos establecidos se puso en práctica la reutilización de código esto es de gran ayuda ya que evita la lentitud de la aplicación.

Para trabajos futuros se puede agregar otros niveles a fin de mejorar la aplicación para que el usuario pueda tener otras actividades.

Agradecimientos. La aplicación pudo ser realizada gracias a la metodología expuesta por Alma Esparza y la facilitación de realizar las pruebas, por la fundación Fundown.

REFERENCIAS

- [1] Asin, A. S. (1997). *Intervencion Psicopedagogica en Educacion Especial*. Barcelona,España: Universidad de Barcelona.
- [2] Imma Marín, E. H. (2014). Gamificacion. En E. H. Imma Marín, *Gamificacion*. Empresa Activa.
- [3] Camaselle, R. P. (2005). Psicomotricidad . En R. P. Camaselle, *Psicomotricidad* (pág. 88). Ideaspropias Editorial.
- [4] Sacristán, C. R. (s.f.). *Programacion en Android* . España: aula Mentor.
- [5] “Script”(s/f), En Significados.com. Disponible en: <http://www.significados.com/script/> [Consultado: 18 de junio de 2016, 13:06 pm].
- [6] Cosio, N. A. (2013). *UNITY*. Buenos Aires.Argentina: Users.
- [7] Ricardo Pérez Cameselle. (2005). Psicomotricidad . vigo: Ideaspropias.
- [8] Fernando Alonso, L. M. (2005). *Introduccion a la ingenieria del software*. Madrid,España: Delta.
- [9] Alma, E., Alvarez, F., Benitez, E., & Ponce, J. (2016). Modelo Inspirado en el Desarrollo en Espiral con Tecnicas de Gamificacion Aplicandolo a la Creacion de APPs en Apoyo a la Discapacidad: Caso de Estudio Psicomotricidad Fina Visio-Manual para Niños con Discapacidad. 32 (pág. 8). Aguascalientes: Amazon.
- [10] Pressman.R.S. (2010). *Ingeniería de Sotfware, Un enfoque practico*. Mc Graw Hill.

Pruebas de Funcionalidad utilizando Intel XDK.

Área de conocimiento: Cómputo Móvil e Ingeniería de Software.

Julián Javier Francisco León¹, Manuel Villanueva Reyna¹ y Jesica Fabiola Solís Juárez¹

¹ Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Informática y Sistemas, Campus Chontalpa, Cunduacán, Tabasco, Carretera Cunduacán Jalpa Km 1
julian.francisco, manuel.villanueva@ujat.mx, kerigma317@gmail.com

Abstract. Con la finalidad de probar la herramienta Intel XDK se programaron aplicaciones básicas, en las que se midió el tiempo que les llevó a los programadores desarrollar cada aplicación, la velocidad de respuesta del emulador de Intel XDK y el tamaño de cada una de las aplicaciones programadas. Estas aplicaciones por ser básicas, demandaban minutos para su elaboración, ninguna de ellas requirió de horas o días, lo que permitió programarlas sin interrupciones o descansos.

Keywords: Intel XDK, Pruebas de funcionalidad y Telefonía Móvil.

1 Introducción.

Según [1] “los teléfonos móviles usados entre 1990 y 2004 tenían la capacidad de realizar tareas generales, como envío y recepción de mensajes de texto, obtención de un resultado de una función matemática, por ejemplificar, funciones que el propio móvil traía incluidas”. Por tanto, si el usuario aspiraba a realizar una función ajena a las que el teléfono ofrecía, el teléfono no tenía la capacidad de anexar otras funciones.

A partir del año 2005, se observa el progreso de la tecnología móvil, esto a través de los cambios que se presentan en sus múltiples características como lo son, la apariencia física, la capacidad de almacenamiento, los métodos de conectividad, entre otros. Pero una de las características particulares que mayor impacto ha producido dentro de la sociedad son las funcionalidades que los dispositivos móviles son capaces de ejecutar una tarea, por ejemplo, administrar los gastos de una persona.

A consecuencia del avance tecnológico que han sufrido los teléfonos móviles, los actuales si son capaces de realizar tareas específicas, como llevar el control financiero de una empresa, editar fotografías, traducir palabras de un idioma a otro o hasta el simple juego del ahorcado, son ejemplos de tareas específicas, pero realmente existen

más de este tipo de funciones, surgiendo cada una de ellas tras las necesidades que son planteadas por los usuarios. Por tal situación el número de funciones capaces de ser ejecutadas en los dispositivos móviles se encuentra en constante crecimiento.

La ejecución de funciones de tipo específico se realiza a través de programas informáticos creados por medio de herramientas para desarrollo y son conocidos con el nombre de aplicaciones, construidas con la capacidad de ser instaladas en dispositivos móviles para su posterior ejecución, y proporcionar de esta manera una solución rápida y eficiente a las tareas cotidianas de sus usuarios.

El impacto que ha causado la existencia de aplicaciones en la sociedad es impresionante, tan sólo en México en el 2013 se han realizado 50 mil millones de descargas de aplicaciones para dispositivos móviles, generando así una inversión de 10 millones de dólares a los desarrolladores de las mismas [2]. Por lo importante que se ha vuelto el uso de aplicaciones en la vida de las personas surge la idea de investigar una herramienta en especial, Intel XDK, que permitiera la construcción de aplicaciones que funcionen en sistemas operativos móviles tales como Android e iOS.

Esta nueva herramienta de construcción y emulación de escritorio es para aplicaciones HTML5 y fue lanzada por la compañía Intel en Octubre del 2013 dejando la tecnología disponible al público en general a través de su sitio web oficial.

Según [3] “El 77% de los usuarios de dispositivos móviles han descargado aplicaciones para su dispositivo, siendo utilizadas frecuentemente”. Con base en esto aumentan el número de profesionales dedicados a la construcción de aplicaciones, trayendo como consecuencia que la competencia en el mercado dedicado al desarrollo de aplicaciones móviles se incremente y esto a su vez, indica que los profesionales de esta área deben estar al tanto en cuanto a las herramientas que surgen para la construcción de aplicaciones novedosas y sofisticadas.

2 Estado Del Arte.

A continuación se definen los siguientes elementos:

- **Aplicación**

[4] Una aplicación es un programa de computadora que se utiliza como herramienta para una operación o tarea específica.

- **Dispositivos móviles**

Según la perspectiva de [5] un dispositivo móvil es, “Término genérico que describe computadoras tan pequeñas que entran en un bolsillo. Puede usarse como sinónimo de handheld, y se consideran un tipo de computadora móvil. Suelen tener una pantalla y botones pequeños, aunque algunos carecen totalmente de botones y se manejan con pantallas táctiles. Algunos dispositivos móviles típicos son: Smartphone, PDA, Celulares, Handheld, Ultra-Mobile PC.”

Los autores los clasificamos de la siguiente manera, a través de la figura numero 1:

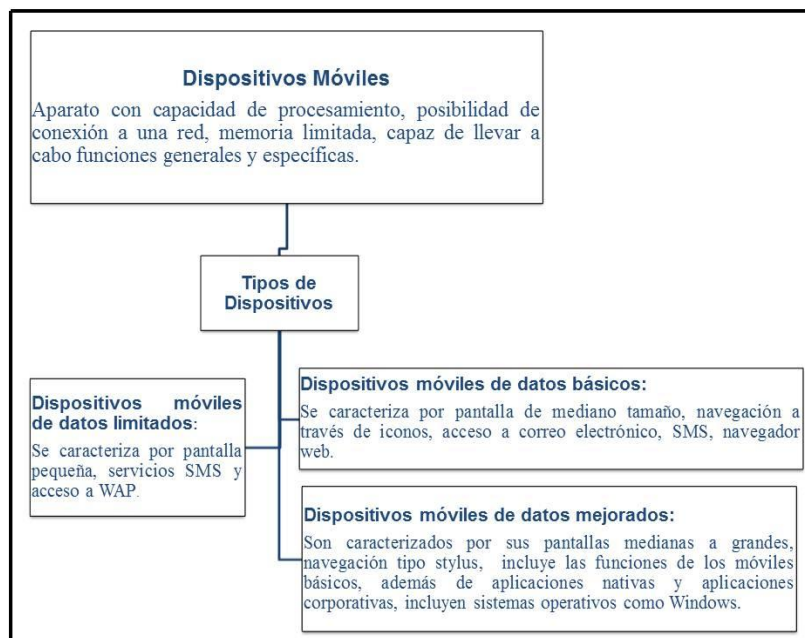


Figura 1: Clasificación de los dispositivos móviles.

3 Metodología usada.

3.1 Tipo de investigación, Método utilizado y Selección de Programadores.

En la División Académica de Informática y Sistemas actualmente no se cuenta con investigaciones referentes a la herramienta Intel XDK, de acuerdo a esto la investigación realizada es de tipo exploratoria, ya que según [6] la investigación exploratoria “es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento”.

El enfoque de dicha investigación fue cuantitativo, ya que durante el desarrollo de la aplicación en la tecnología Intel XDK se evaluaron los resultados de variables tipo numérico.

Para la realización de esta investigación se tomó como fuente de investigación primaria, pruebas tecnológicas realizadas a la herramienta Intel XDK por parte de los autores de este trabajo. Como fuentes secundarias, sitios web, revistas, entre otros.

Intel XDK está conformado por la triada de HTML5, Javascript y CSS3. El tipo de programación que se usó es el denominado Orientado a Objetos (POO), esto es debido a que HTML5 a través de JavaScript permite este tipo de programación. Está basada en varias técnicas, incluyendo herencia, abstracción, polimorfismo y encapsulamiento.

Para llevar a cabo las pruebas realizadas con los programas desarrollados se hizo uso de un método iterativo e incremental aplicado al lenguaje de programación HTML5.

Los programadores para implementar las pruebas en Intel XDK fueron seleccionados en los seminarios de investigación del año 2014 mediante entrevistas verbales en donde se cuestionaron sus habilidades de desarrollo y programación, buscando a un programador promedio en la División Académica de Informática y Sistemas (DAIS), quedando como programadora elegida la alumna Jesica Fabiola Solís Juárez.

3.2 Aplicaciones desarrolladas en Intel XDK.

Para la recopilación de la información se realizaron pruebas tecnológicas con respecto a la herramienta de desarrollo Intel XDK. De la cual se podrán extraer datos precisos acerca de la herramienta que podrán ser evaluados.

A continuación se presentan seis aplicaciones básicas con un grado de dificultad distinto. Se procuró utilizar la mayor parte de los elementos HTML5 para tener una prueba concreta. En la tabla 1 se describen las aplicaciones desarrolladas y cada uno de los elementos HTML5 que la conforman.

Aplicaciones desarrolladas.		
Nombre de la aplicación.	Descripción de la Aplicación.	Elemento Intel XDK utilizados en la App
Hola Mundo.	Esta App consistió en mostrar un mensaje de “Hola Mundo”.	Input Text.
Mensaje de Bienvenida.	Esta App solicita al usuario el nombre, tras introducir el nombre, la aplicación generaba un mensaje de bienvenida seguido del nombre de la persona.	Input Text. Input Dialog. Index BD. Button.
Días vividos de una persona.	La App consistió en solicitar al usuario la fecha de nacimiento. A partir de estos datos la aplicación devolvía como dato de salida los días vividos de la persona.	Input Text. Input Dialog. Button. Operaciones matemáticas.
Mostrar imágenes.	Esta App consiste en apretar un botón y este muestra una imagen.	Input Text. Button. Picture.
Calculadora de fracciones.	Esta App consiste en sumar, restar, multiplicar o dividir fracciones según se desee.	Button. Input Text. Labels.

Lista de alimentos	Esta App consiste en dar clic en uno de los siguientes botones: frutas, verduras, cereal, leguminosas, y carnes. Después de dar clic en el botón la App genera una lista de los alimentos de ese botón.	Button Labels BD.

Tabla 1 Aplicaciones de Pruebas en Intel XDK.

3.3 Ambiente de desarrollo.

Hardware:

- Computadora portátil modelo Sony Vaio.
- Procesador Intel Corel (TM) i3- 231 M CPU @ 2.10 GHZ .
- Memoria RAM 4.00 GB.
- Tipo de sistema Operativo 64 Bits.

Software:

- Sistema Operativo Windows Seven.
- Herramienta desarrolladora Intel XDK.

4 Resultados.

4.1 Prueba de medición de tiempos de desarrollo.

Esta prueba consistió en medir los tiempos requeridos para programar la aplicación en el IDE de Intel XDK. También se consideró de manera cualitativa la complejidad de desarrollo como se muestra en la tabla 2.

Tiempo de desarrollo de las aplicaciones.		Complejidad de desarrollo.	
Aplicación	Tiempo de desarrollo	Fácil.	Difícil.
App Hola Mundo.	5 min.	✓	
Mensaje de Bienvenida.	16 min.		✓
Días vividos de una persona.	30 min.	✓	
Mostrar imagen.	6 min.	✓	

Calculadora de fracciones.	45 min.	✓	
Lista de alimentos	50min.		✓

Tabla 2 Medición de Tiempos de Desarrollo.

4.2 Prueba de medición de tamaño de los archivos.

En esta prueba se procedió a convertir cada uno de los proyectos programados en una App. Una vez hecho esto se migraron las App a la PC y se verificó el tamaño de cada una de ellas como se muestra en la tabla 3.

Medición de tamaños de archivos.	
Aplicación	Tamaño.
App Hola Mundo.	605 Kb.
Mensaje de Bienvenida.	1MB.
Días vividos de una persona.	980Kb.
Mostrar imagen.	1.2MB.
Calculadora de fracciones.	920Kb.
Lista de alimentos.	1.5MB.

Tabla 3 Medición de Tamaños de Archivos.

4.3 Pruebas de velocidad en el emulador.

En esta prueba, se buscaron datos cuantitativos con respecto al tiempo de respuesta del emulador en cada una de las aplicaciones. El tiempo que se muestra en la tabla 4, se refiere al tiempo que transcurre al dar clic en Emular y el IDE en mostrar la aplicación en el emulador. El tiempo no incluye la elección del dispositivo en el que se emuló.

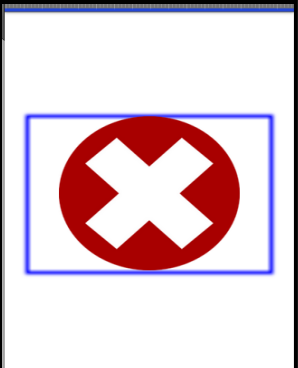
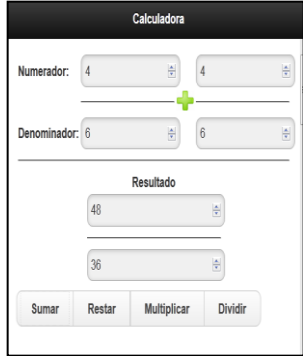
Velocidad de ejecución en el emulador.	
Aplicación	Tiempo transcurrido.
App Hola Mundo.	1 segundos.
Mensaje de Bienvenida.	1 segundos.
Días vividos de una persona.	1 segundos.
Mostrar imagen.	1 segundos.
Calculadora de fracciones.	3 segundos.
Lista de alimentos.	2 segundos.

Tabla 4 Velocidad de Ejecución en el Emulador.

4.4 Descripción de pruebas de desarrollo de las App.

En este apartado se describe el desarrollo de las aplicaciones mencionadas anteriormente, la realización de estas en Intel XDK y la emulación de las mismas. El entorno de desarrollo y sistema fueron mencionados en el punto 4.3. En la tabla 5 se muestran los resultados del desarrollo y la emulación.

Descripción de desarrollo y emulación.	
Aplicación	Descripción.
App Hola Mundo. 	Se ejecutó el Intel XDK. Se creó un nuevo proyecto con el nombre “HOLA MUNDO”. Posicionados en la pestaña DEVELOP se inició el desarrollo de la aplicación. Se trabajó bajo la modalidad de CODIGO. En las líneas de código se insertó un label con la frase “Hola Mundo”. Se procedió a emular la App, para lo cual se posicionó en la pestaña EMULATE, se eligió el dispositivo Galaxy S. se concluyó visualizando la App en el emulador de manera exitosa.
Mensaje de Bienvenida. 	Se ejecutó el Intel XDK. Se creó un nuevo proyecto con el nombre “BIENVENIDA”. Una vez posicionados en la pestaña DEVELOP se inició el desarrollo de la aplicación. Trabajando a través de líneas de CODIGO. En las líneas de código se insertó un label “Inserta Nombre”. Un input para introducir texto. Un input Botón “GUARDAR”, al dar clic en el botón se guarda el nombre introducido y se muestra el mensaje “Bienvenido”. Se procedió a emular la App, para lo cual se posicionó en la pestaña EMULATE, se eligió el dispositivo Galaxy S. se concluyó visualizando la App en el emulador de manera exitosa.
Días vividos de una persona.	Se ejecutó el Intel XDK. Se creó un nuevo proyecto con el nombre “DIAS VIVIDOS”. Posicionados en la pestaña DEVELOP se inició el desarrollo de la aplicación. Se trabajó bajo la modalidad de CODIGO. En las líneas de código se insertó un label “Fecha de nacimiento”. Un input Date, Input Botón “GUARDAR” con la opción On Clic que muestra el

	mensaje “Los días vividos son: ____”. Se procedió a emular la App, para lo cual se posicionó en la pestaña EMULATE, se eligió el dispositivo Galaxy S. se concluyó visualizando la App en el emulador de manera exitosa.
Mostrar imagen. 	Se ejecutó el Intel XDK. Se creó un nuevo proyecto con el nombre IMAGEN Posicionados en la pestaña DEVELOP se inició el desarrollo de la aplicación. Se trabajó bajo la modalidad de CODIGO. En las líneas de código se insertó una imagen. Se procedió a emular la App , para lo cual se posicionó en la pestaña EMULATE, se eligió el dispositivo Galaxy S. se concluyó visualizando la app en el emulador de manera exitosa.
Calculadora de fracciones. 	Se ejecutó el Intel XDK. Se creó un nuevo proyecto con el nombre “BIENVENIDA”. Una vez posicionados en la pestaña DEVELOP se inició el desarrollo de la aplicación. Trabajando a través de líneas de CODIGO. A través de líneas de código se insertó: Un label “Calculadora”. Un label “Numerador”. Un label “Denominador”. Dos input para numeradores y dos para denominadores de cada fracción. Un label “Resultado”. Dos input, para numerador y denominador del resultado. 4 input botón para elegir la operación a realizar: Sumar, Restar, Multiplicar y Dividir. Se procedió a emular la App, para lo cual se posicionó en la pestaña EMULATE, se eligió el dispositivo Galaxy S. se concluyó visualizando la App en el emulador de manera exitosa.

Lista de alimentos. <table> <tr> <td>Rellenar Fruta</td><td>Rellenar Verdura</td></tr> <tr> <td>Rellenar Cereal</td><td>Rellenar Leguminosas</td></tr> <tr> <td>Rellenar Carnes</td><td></td></tr> </table> Persons Condición actual ID Cereal: 1 Nombre Cereal: trigo CaloriasCereal: 475 ID Cereal: 2 Nombre Cereal: avena CaloriasCereal: 475 ID Cereal: 3 Nombre Cereal: salvado CaloriasCereal: 475 ID Cereal: 4 Nombre Cereal: oro CaloriasCereal: 475	Rellenar Fruta	Rellenar Verdura	Rellenar Cereal	Rellenar Leguminosas	Rellenar Carnes		Se ejecutó el Intel XDK. Se creó un nuevo proyecto con el nombre “BIENVENIDA”. Una vez posicionados en la pestaña DEVELOP se inició el desarrollo de la aplicación. Trabajando a través de líneas de CODIGO. A través de líneas de código se insertó lo siguiente: Botón Fruta. Botón Verdura. Botón Cereal. Botones Leguminosas. Botón Carnes. Una BD que contiene: Nombre del alimento. Calorías del alimento. ID de alimento.
Rellenar Fruta	Rellenar Verdura						
Rellenar Cereal	Rellenar Leguminosas						
Rellenar Carnes							

Tabla 5 Descripción de Pruebas de Desarrollo y Emulación de las Aplicaciones.

5 Conclusiones y trabajos futuros.

La herramienta Intel XDK permitió la creación de aplicaciones basados en código HTML5, JavaScript y CSS3.

Se realizaron 6 códigos de pruebas, resultando exitosos todos ellos, siendo 4 considerados de grado fácil y 2 con un grado de dificultad mayor. Los autores los marcan como fáciles y difíciles.

Los códigos desarrollados, tanto sus tamaños como sus tiempos de respuestas podemos considerarlos correctos y razonables.

El uso de emuladores proporciona 70% de ayuda al estar realizando una aplicación móvil, ya que permite ir visualizando la interfaz y funcionalidad de la aplicación en cada una de sus fases de desarrollo sin tener que instalar la aplicación en un dispositivo móvil. Pero es necesario realizar las pruebas en dispositivos móviles reales, las interfaces podrían no ajustarse al tamaño real de la pantalla del dispositivo (en el caso de la aplicación realizada se ajustó correctamente a los dispositivos móviles probados) o en cuanto a las funciones, realizarlas en un tiempo diferente en el dispositivo que en el emulador. Por lo demás, el emulador es eficiente.

Los dispositivos móviles con sistema operativo Android, por el hecho de estar bajo el mismo SO responden de la misma manera ante las pruebas. Se probaron los sistemas operativos Android 3.Honeycomb, Android 4.1 Jelly Bean, Android 4.4 Kit Kat, Ice Cream 4.0 e Ice Cream Sandwich.

Los autores de este trabajo consideramos que la herramienta Intel XDK es una excelente herramienta de desarrollo para crear aplicaciones ya que cuenta con emuladores así como plantillas que permitan facilitar el trabajo de un desarrollador.

Como trabajo futuro podemos plantear el construir una aplicación con mayor complejidad que involucre interrelacionar procesos en los que permitan capturar

información en una base de datos, que permita controlar y consultar información así como la construcción de interfaces gráficas.

Agradecimientos. Se agradece la disponibilidad de equipos de Laboratorios de Dispositivos móviles de la División Académica de Informática y Sistemas, sin el cual no hubiese sido posible la realización de este proyecto.

References

- [1] SocialGeek, (2013) “La evolución de los celulares 30 años después 1983-2013”, recuperado el 18 de octubre de 2014 a las 10:32pm del sitio web: <http://socialgeek.co/moviles/evolucion-celulares/>
- [2] CNN, (2013) “Los números ‘mágicos’ de la App Store”, recuperado el 19 de octubre del 2014 a las 09:06pm del sitio web: <http://www.cnnexpansion.com/tecnologia/2013/07/09/los-numeros-magicos-de-la-app-store>
- [3] IABMexico, (2013) “Estudio de usos y hábitos de dispositivos móviles 2013”, recuperado el 19 de octubre de 2014 a las 10:56pm del sitio web: <http://es.slideshare.net/iabmexico/estudio-de-usos-y-habitos-de-dispositivos-moviles-2013>
- [4] <http://www.definicionabc.com/tecnologia/aplicacion.php>, recuperado el 1 de agosto del 2015 a las 14:25 horas.
- [5] <http://www.alegsa.com.ar/Dic/dispositivo%20movil.php>, recuperado el 1 de agosto del 2015 a las 15:00 horas.
- [6] Gross, (2010) “Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa”, recuperado el 20 de octubre de 2014 a las 07:14pm del sitio web: <http://manuelgross.bligoo.com/conozca-3-tipos-de-investigacion-descriptiva-exploratoria-y-explicativa#.V7SwoluLSM8>

Sistema de notificaciones de fugas de agua basado en el Servicio SMS a través de Comandos AT

Luis A. Gama Moreno¹, Carlos Martínez Hernández, José L. Torres¹,
Christian G. Murguía Vadillo¹ y Violeta H. Plazola Soltero¹

¹ Instituto Tecnológico Tlajomulco, Jalisco. Km. 10 Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Tlajomulco de Zúñiga Jalisco. 45640.
{lgama, cmartinez, ltorres, cmurguia, vplazola}@ittlajomulco.edu.mx

Resumen. En este artículo se presenta el diseño de un sistema de alertas y notificaciones para viviendas. El sistema denominado A-SMS (Alertas por SMS) está basado en el servicio de Mensajes de Texto Cortos (SMS: Short Message Service). Dicho servicio está disponible en prácticamente todos los dispositivos de telefonía móvil. Para mostrar el funcionamiento de A-SMS se describe un caso de estudio para detectar fugas de agua. A-SMS consta de un sensor presión el cual toma como referencia la presión atmosférica. Este sensor es instalado en el depósito de agua. Los datos enviados por el sensor son manipulados por un microcontrolador, los interpreta y determina si existe una fuga de agua; de ser así, el sistema emite un SMS de alerta enviado al teléfono móvil del usuario del sistema, a través de la red GSM. Así, el usuario es capaz de tomar una acción correctiva en cualquier momento y lugar.

Keywords: Domótica, Cómputo Móvil, Fugas de Agua, SMS, GSM.

1 Introducción

La Domótica (del lat. *domus*, casa, y *tica* de automática, palabra en griego, “que funciona por sí sola”) han estado disponibles en el mercado por varios años. Sin embargo, en los últimos años han evolucionado considerablemente, gracias al incremento y la disponibilidad de dispositivos de bajo costo derivados de las necesidades de mayor confort, seguridad, ahorro de energía, comunicaciones, servicios de multimedia y alertas de siniestros tales como: incendios, fugas de gas, de agua, etc. [1]. Específicamente, el rubro de las fugas de agua, es un tema que causa mucha preocupación a nivel mundial, debido a lo escaso del recurso.

Con el crecimiento de la población del mundo, la demanda de agua dulce se ha incrementado originando serios problemas en el campo del abastecimiento de este recurso. Por ello, el cuidado del agua se ha convertido en un gran problema en la actualidad, tema que cada día ocupa más la atención de científicos, técnicos, políticos y

en general, de muchos de los habitantes del planeta. Ya que los suministros de agua dulce son limitados y se cierne sobre ellos la amenaza de la contaminación. La escasez de este vital líquido obliga a la moderación de consumo por parte de la población a nivel mundial, ya que sin su colaboración los esfuerzos técnicos que llevan a cabo algunas organizaciones resultan insuficientes. Sólo muy poca agua es utilizada para el consumo del hombre, ya que: el 97% es agua de mar, y solo el 3% restante es agua dulce encontrándose en ríos, lagos y mantos subterráneos [2]. Además, el agua tal como se encuentra en la naturaleza, requiere ser tratada para el consumo humano, para eliminar las partículas y organismos que pueden ser dañinos para la salud, y finalmente debe ser distribuida a través de tuberías hasta los hogares para que pueda ser utilizada sin riesgo alguno [3]. Es en el tema de la distribución donde este trabajo enfoca su atención y particularmente en las “fugas de agua”. Ya que las malas instalaciones, así como el mal uso de este vital líquido en nuestra vida cotidiana, ocasionan serios problemas en el abastecimiento y distribución del mismo hacia la población. En la actualidad se han desarrollado diferentes prototipos y sistemas para la detección de fugas de agua. En [4] se describe un sistema automático de detección de fugas de agua, a partir del sonido que genera ésta a través de la tubería. En [5] se describe una patente que se basa en la tecnología GSM (Global System for Mobile Communications) para alertar de una posible fuga de agua, más no para poder corregirla. En [6] se describe una patente acerca de un dispositivo para la detección de anomalías (fugas, cortos circuitos, entre otras), en el consumo de servicios públicos, tales como: agua, electricidad, gas, etc., a través del medidor del servicio público. En [7][8] se presenta un sistema para la detección de fugas de agua denominado “Aplicación para la detección de fugas de Agua (AIDA)”, este proyecto (que es la base de este trabajo), presenta la instrumentación de un sistema constituido por un conjunto de actuadores instalados en la red hidráulica de una casa-habitación; y un dispositivo basado en sensores para detectar fugas de agua. El objetivo principal es detectar y detener una fuga de agua en un corto tiempo; porque en la mayoría de los casos, el problema no es el tamaño de la fuga en sí, sino el tiempo en detectarla. Este sistema proporcionará a los usuarios una herramienta para evitar el desperdicio de este vital líquido, sin que éste tenga que desplazarse físicamente hasta la ubicación de la fuga. Además podrá controlar de manera remota, no sólo la válvula de paso, sino también el llenado del tinaco, y así como conocer los niveles de agua en cualquier momento y en cualquier lugar.

El resto del artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se presente al marco teórico de las tecnologías usadas. En la sección 3, se describe la metodología empleada así como la arquitectura del sistema. En la sección 4 se describen las pruebas y los resultados. Y finalmente las conclusiones y trabajos futuros.

2 Estado del arte

En esta sección se describen las Tecnologías empleadas para el Desarrollo de este trabajo, tales como: Cómputo Móvil, Servicio de Mensajes Cortos (SMS) y el lenguaje de comunicaciones por comandos AT.

2.1 Cómputo Móvil

Los avances en las tecnologías de redes inalámbricas y de dispositivos portátiles para transmisión de información crearon el paradigma de cómputo móvil (CM). Cuando un dispositivo móvil tales como: teléfonos celulares, Personal Digital Assistants (PDA), SmartPhones, HandHelds, entre otros, están involucrados en el procesamiento de datos, ya sea para iniciar, participar y/o finalizar el proceso, es conocido como CM. [9].

En un ambiente de CM, la red consiste de un conjunto de entidades: hosts móviles (HM) y host fijos (HF) como se muestra en la Fig. 1. Algunos de los host fijos, llamados también Estaciones de Soporte Móvil (ESM), cuentan con un interfaz inalámbrico para comunicarse con los host móviles que se encuentren localizados dentro de un radio de cobertura llamado célula o celda. Una célula es realmente un área de comunicaciones inalámbricas o una red local inalámbrica. Un host móvil (HM) cambia constantemente su ubicación mientras se encuentra ejecutando procesos. Durante un proceso, el host móvil mantiene su conexión a la red a través de la ayuda de las ESM, las cuales ejecutan las transacciones y soportan el manejo de los datos. Cada ESM es responsable de todos los HM dentro de una pequeña área geográfica conocida como celda o célula. Cuando un HM abandona una célula controlada por un ESM, se utiliza un protocolo hand-off para transferir la responsabilidad de la transacción móvil y el soporte de los datos al ESM de la nueva célula [10].

2.2 Servicio de Mensajes de Texto Cortos (SMS)

Una de las tecnologías con más impacto en el mundo ha sido telefonía móvil a través de las redes GSM (Global System for Mobile Communications), hasta la fecha ha mantenido un crecimiento vertiginoso tanto en tecnologías como en dispositivos y servicios [10, 11]. Siendo el servicio de envío de mensajes de texto cortos (Short Message Service: SMS) uno de los más utilizados y difundidos para uso en diversas áreas, como mensajería, envío de mensajes masivo (SMS bulk gateway), facturación por SMS (con cargo a la factura del cliente o descuento de su crédito), mensajes multimedia, entre otros. Una de las principales características del servicio SMS es que se puede enviar un mensaje de texto desde prácticamente cualquier dispositivo móvil que tenga acceso a una red GSM, desde dispositivos “obsoletos” hasta los más modernos Smart-phones, tablets, etc. Tan solo en el año 2010 se enviaron alrededor de 6 trillones de mensajes de texto en todo el mundo (190,000 por segundo).

2.3 Comandos AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal MODEM. Fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como una interfaz de comunicación con un MODEM para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Posteriormente, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de *attention* (Ver Tabla 1). Aunque

la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con modems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, ya que permiten acciones tales como realizar llamadas de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal. Es claro que la implementación de los comandos AT corresponde a los dispositivos GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

Comando	Descripción
AT+CGMI	Identificación del fabricante
AT+CMGF	Seleccionar formato de los mensajes SMS
AT+CMGR	Leer un mensaje SMS almacenado
AT+CMGL	Listar los mensajes almacenados
AT+CMGS	Enviar mensaje SMS
AT+CMSS	Enviar mensaje almacenado

Tabla 1 Lista de comandos AT más comunes.

3 Metodología

Para el óptimo funcionamiento del sistema, es necesario conocer la cantidad de agua que un usuario consume en determinado momento, para ello, se ha implementado un conjunto de sensores electrónicos con capacidad de medir: desde la presión que ejerce cada litro de agua en el fondo de un contenedor, hasta la cantidad y velocidad del fluido que pasa por determinadas secciones de una instalación hidráulica. Estos sensores son divididos en módulos, los cuales, son instalados en secciones estratégicas de la instalación, esto con el fin de obtener un monitoreo constante del consumo de agua dentro de una casa-habitación. Cada módulo es configurado para comunicarse inalámbricamente con cada uno de los demás módulos del sistema. A continuación se describe detalladamente la funcionalidad de cada uno de estos módulos.

3.1 Módulo de información de agua disponible (MAD)

Este módulo es el encargado de medir el volumen de agua (en litros) de un contenedor. Basado en el principio de los manómetros o tubos en "U", en este caso, el tubo es modificado para construir una cámara de aire sellada al vacío tal como se muestra en la Fig. 1.

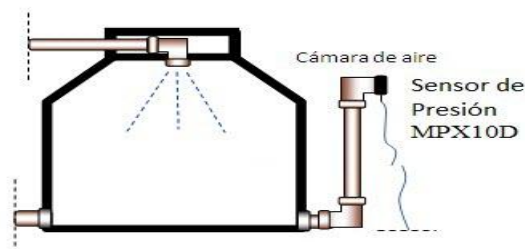


Fig. 1 Arquitectura del módulo MAD.

La ventaja principal que se obtiene con el diseño de la cámara y el vacío creado es que, a diferencia de otros sistemas de medición (como los flotadores) no existe contacto directo con el líquido, por lo tanto este sensor es capaz de medir la cantidad de agua almacenada sin la necesidad del contacto físico entre el sensor y el líquido, ya que las sales minerales del agua, con el tiempo deterioran cualquier dispositivo conectado directamente (p. ej. la oxidación).

Un manómetro permite medir la presión de un fluido contenido en un recipiente cerrado, tomando como referencia la presión atmosférica. De esta manera se obtiene la diferencia entre la presión real o absoluta y la atmosférica, esta diferencia es denominada presión manométrica [12]. La presión ejercida por la atmósfera en la superficie del contenedor de agua, conlleva a tener una presión en el fondo, la cual es capturada en la cámara de aire, de este modo es posible determinar el volumen de agua. Un sensor de presión MPX10D instalado en el extremo superior de la cámara de aire, detectará la presión que el aire genera con respecto a un nivel de agua determinado. Cada kilopascal de presión sensado por este componente, devuelve un voltaje diferencial que es procesado por un microcontrolador PIC el cual, se encargará de calcular el volumen mediante una ecuación programada (de acuerdo al set de instrucciones del microcontrolador), y a su vez enviará la información hacia un módulo de registro, el cual cuenta con una electroválvula para controlar el cierre/apertura del suministro de agua.

3.2 Módulo medidor de flujo de agua (MMFA)

Este módulo se encarga de medir la cantidad de agua que pasa a través de una determinada sección de la instalación hidráulica, esto con el objetivo de conocer la cantidad de agua que fluye en determinado tiempo. Para ello se construyó un fluómetro ubicado en la salida principal del suministro de agua a la casa-habitación, así como en otras secciones estratégicas de la tubería. Este dispositivo es un sensor que mide la cantidad de agua que pasa a través de la tubería, y fue adaptado para detectar grandes flujos de agua, ya que en el mercado sólo existen fluómetros para flujos pequeños tales como los usados en peceras y fuentes decorativas. Si el microcontrolador interpreta la señal como un flujo de agua excedente del flujo normal, - *el sistema ha detectado una fuga de agua*. Como respuesta, se crea un mensaje de texto y es enviado al usuario (como una alerta de fuga) a través de un módem GSM conectado al sistema. Una vez enviado el mensaje, el sistema espera recibir una respuesta vía SMS por parte del

usuario, por ejemplo: - CERRAR VALVULA -. Este comando es interpretado por el microcontrolador y activa una válvula electromecánica para cerrar el suministro de agua principal. Si pasado un determinado tiempo, no se recibe una respuesta por el usuario (p. ej., por falta de crédito, cobertura nula, baterías agotadas, etc.) entonces la válvula electromecánica es cerrada automáticamente.

3.3 Módulo Maestro (MM)

Este módulo recibe los datos provenientes de los módulos MAD y MMFA para poder ser procesados y respaldados en un Servidor Central (SC). Este SC es el encargado de crear las estadísticas de consumo, y parte de la toma de decisiones. Los datos son recibidos de manera inalámbrica a través de módulos XBee. Estos proporcionan la conectividad inalámbrica entre los módulos. Los dispositivos XBee/XBee-PRO están diseñados para operar dentro del protocolo ZigBee soportando las necesidades particulares de las redes de sensores de bajo costo y consumo, requieren alimentación mínima y a la vez permiten el transporte confiable de datos entre dispositivos remotos. El módulo opera dentro de la banda ISM (Industrial Scientific and Medical) utilizando una frecuencia de 2.4 GHz. En la Fig. 2, se muestra la arquitectura del MM.

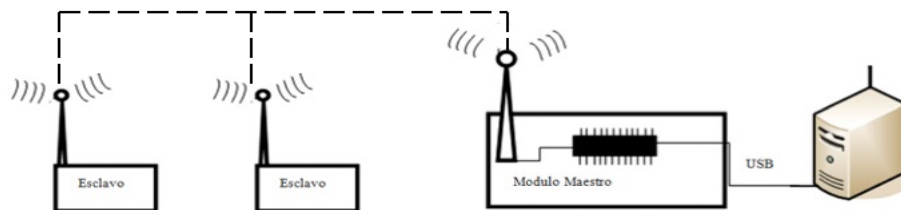


Fig. 2 Arquitectura del Módulo Maestro (MM).

3.4 Módulo de alertas (MA)

En la mayoría de los casos de fugas de agua, el problema principal no es el tamaño de la fuga en sí, sino el tiempo en detectarla. El Módulo de Alertas (MA) crea las notificaciones en casos de fugas de agua, utilizando un modem GSM controlado a partir de un microcontrolador. Este modem GSM es muy parecido a un teléfono celular, ya que brinda el acceso a las redes GSM, EDGE (Enhanced Data-rate for Gsm Evolution) y GPRS (General Packet Radio Service). Cuenta con un puerto para la inserción de tarjetas SIM (Subscriber Identification Module) y así asignar un número telefónico de una compañía de telefonía celular.

El modem cuenta con un sistema operativo embebido que permite ofrecer funciones nativas de la red GSM, tales como hacer o recibir llamadas de voz, transferir datos, control sobre el hardware, etc. Asimismo, el modem puede ser controlado y configurado a través de otros dispositivos electrónicos que puedan comunicarse

mediante algún protocolo conocido, comúnmente el protocolo RS232. El modem puede ser operado a través de instrucciones, denominadas comandos AT (ver Tabla 1).

Este módulo se compone de un dispositivo móvil, tal como un teléfono celular con acceso a la red GSM, el cual se ha denominado modem GSM. Este dispositivo se comunicará (previa configuración) con el teléfono móvil del usuario del sistema vía mensajes de texto cortos (SMS) para el caso de las alertas, y/o peticiones remotas del usuario. Este dispositivo se encuentra conectado directamente con el MM. El MM, opera a partir de un microcontrolador PIC (PIC 18F4550A), el cual cuenta con un módulo EUSART (Enhanced Universal Asynchronous Receiver Transmitter). Este se utiliza para establecer comunicación entre el MM y el modem GSM, a través de un puerto serial físico localizado en el chip GSM del teléfono (ver Fig. 3). El modem GSM responde a instrucciones denominadas - comandos AT. Dichas instrucciones son usadas en el sistema para el envío de las notificaciones como mensajes SMS. Entonces, con el uso de mensajes de texto, el usuario es capaz de interactuar con el sistema para controlar los diferentes dispositivos como: encender/apagar la bomba de abastecimiento de agua, cerrar/abrir la válvula de paso y obtener los niveles de consumo de agua actuales. El siguiente comando AT ordena al teléfono enviar un mensaje texto al número indicado: `AT+CMGS= \"\\n\\r\" , <numero-telefónico>, \"Fuga de agua\",1.`

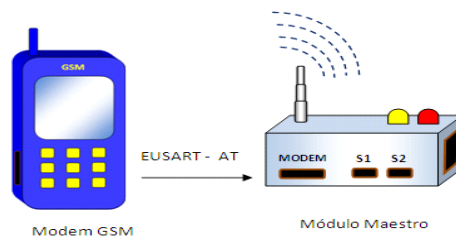


Fig. 3 Modem GSM conectado al Módulo Maestro.

Una vez que el mensaje de texto se ha enviado, el MM cambia a modo de espera para recibir una respuesta del usuario. Dependiendo de la respuesta del usuario, el MM podrá activar alguno de sus dos actuadores, en caso de fuga de agua, cerrando la electroválvula. Como un elemento opcional, el sistema cuenta con un servidor central, el cual se conecta con el MM para registrar en una base de datos, la información recibida por cada uno de los sensores del sistema, de esta manera, el servidor central podrá generar datos estadísticos de consumo de agua.

4 Resultados Experimentales

4.1 Descripción de las pruebas

El sistema A-SMS debe ser alimentado con datos estadísticos de consumo de agua para cada perfil de usuario, para este efecto se usaron dos escenarios:

1. Un usuario que se ausenta del espacio doméstico para trabajar, debería tener un consumo de agua sin cambios durante las horas laborales (8 hrs. a 16 hrs.).
2. Por otro lado, un usuario que permanece en casa, normalmente consumirá agua durante el transcurso de la misma jornada laboral.

En el caso del escenario 1, si existe consumo de agua durante el periodo laboral, el sistema estará enfrentando un evento de fuga de agua. Para el caso del escenario 2, un consumo continuo de agua, no alertará al sistema de eventos de fuga, a menos que uno de los datos crezca constantemente sin detenerse. En la fig. 4 si ilustra la gráfica de consumo generada para el escenario número 2. La fig. 4-A, muestra el consumo de agua en un periodo de 16 hrs., esta gráfica muestra el comportamiento de consumo de un usuario específico en un día específico. Para poder determinar un evento de fuga de agua, se comparan los datos recibidos durante el periodo de tiempo, y si estos sobrepasan al máximo permitido, entonces el sistema es alertado de una fuga de agua. En el caso de que el valor se mantenga en constante crecimiento, en ese escenario también el sistema es alertado de un evento de fuga de agua.

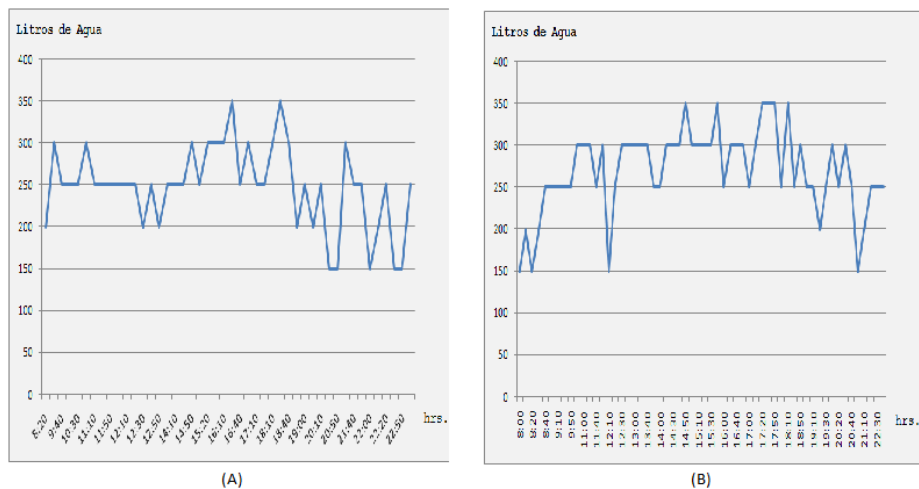


Fig. 4 Gráficas de consumo de agua en litros por día.

4.2 Descripción de los resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de las pruebas al Sistema. Los resultados arrojados por el circuito son guardados en el servidor central, para su análisis. Las lecturas obtenidas por los sensores son almacenadas en una base de datos, para posteriormente ser enviados a un módulo generador de gráficas de consumo. Para

emular una fuga, se abrió una llave de agua dentro de la vivienda, dejando correr el agua más de lo que se usaría normalmente, el sistema detecta esta anomalía, e inmediatamente manda una alerta al móvil configurado.

En la Fig. 5 se aprecian diferentes mensajes recibidos por el sistema. El dispositivo móvil usado fue un Smartphone marca HTC basado en Windows Mobile. En la Fig. 5(A) se muestra una alerta que indica que el tinaco ha sobrepasado su nivel máximo de llenado, en la Fig. 5(B) se alerta de una fuga de agua. En la Fig. 5(C) se una alerta de bajo nivel de agua, esta es enviada cuando el tinaco contiene agua insuficiente para abastecer la vivienda.



Fig. 5 Diferentes tipos de notificaciones.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

En este artículo se presentó el diseño de un sistema de alertas para detectar fugas de agua denominado A-SMS. Se describieron los módulos que permiten crear una alerta a través de mensajes de texto cortos (SMS). Las alertas son enviadas en este formato permitiendo a los usuarios recibir estas notificaciones en prácticamente cualquier teléfono móvil (incluso aquellos basados en texto). Este sistema, permitirá a los usuarios, detectar fugas de agua, y detenerlas en periodos de tiempo muy cortos, incluso de manera remota. Asimismo, el sistema representa un impacto social y ambiental importante al contribuir en la disminución de fugas de agua, controlando el sistema remotamente en cualquier momento y en cualquier lugar.

En el futuro, se puede usar como alternativa el sistema de notificaciones de Android, denominado “Push Notifications”, el cual está diseñado para Smart-phones. Asimismo, se pueden usar mensajes a través de la red inalámbrica como los sistemas populares de mensajes instantáneos tales como: Whatsapp, Facebook Messenger, etc.

References

- [1] D. Bonino, E. Castellina, F. Corno: Uniform Access to Domotic Environments through Semantics. SWAP (2008)
- [2] J. Alder, J. Chilton, E. Gaddis, K. Pietersen y C. Zöckler. "AGUAS". En: Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, Capítulo 4. Geo – 4. PNUMA – Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. ISBN 978-92-807-2838-5. pp. 115-156. (2007).
- [3] A. Aguilar Ibarra. "Gestión de la calidad del agua subterránea con la participación de usuarios". Revista Digital Universitaria [en línea]. 10 de agosto de 2009, Vol. 10, No. 8. ISSN: 1607-6079. (2009).
- [4] D. Gray (GB). Water leak alarm for premises using acoustic signal sent from water meter. Intellectual Property Office. GB2447903 (A). (2008).
- [5] J. Ghazarian, T. Ruggieri, and A. Balaster. "Secure Wireless Leak Detection System. World Intellectual Property Organization (WIPO)", WO/2009/017512. (2009).
- [6] F. Aaron J, K.C. Rigdon, K. R. Stroda. Detección automática de un consumo atípico por un medidor de servicios públicos. Instituto Mexicano de la propiedad industrial (IMPI). MX/A/2008/005083. (2007).
- [7] L.A. Gama Moreno, M.A. Sánchez Rodríguez, y C. J. Ochoa Franco. "Diseño de un Interfaz para la detección de fugas de agua". Revista Digital Universitaria. Vol. 11, No.2., ISSN: 1607-6079. (2010).
- [8] L.A. Gama Moreno, M.A. Sánchez Rodríguez, y C. J. Ochoa Franco, C. Nogueron. "Instrumentation of a water-leaks detection system controlled via the Short Message Service through the GSM Network." Proceedings of Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA). ISBN 978-0-7695-3799-8. pp. 654-659. (2010)
- [9] L. A. Gama, M. Alvarado. "Transacciones para Cómputo Móvil: presente y perspectiva futura". Revista Digital Universitaria, Vol. 3 No. 4. ISSN: 1607-6079. (2002).
- [10] N. Mehta. Mobile Web Development: Building mobile websites, SMS and MMS messaging, mobile payments, and automated voice call systems with XHTML MP, WCSS, and mobile AJAX. Pack Pub. ISBN 978-1-847193-43-8. (2008).
- [11] M. Mouly, M-B. Pautet. The GSM System for Mobile Comm. Telecm Pub. ISBN 0945592159. (1992).
- [12] J. M. Viguer. "Mecánica de Fluidos"; Mcgraw-hill/interamericana de España, S.A.U., ISBN: 9586009874. (2000).

Validación de cuenta de correo electrónico para atender demanda ante Juzgado Menor

Martin Cano Contreras ¹, Maximiano Méndez Morales ² y José Alfredo Arredondo Escoto ³

¹ mcano_cco@utsoe.edu.mx, ² maxi.enero.1997@gmail.com,
³ alfredoarredondo@live.com.mx

^{1, 2, 3} Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle de Santiago
- Huanímaro Km. 1.2, 20 de Noviembre, 38400 Valle de Santiago, Gto, México

Resumen. Dentro de la presente investigación se trata el tema de la suplantación de identidad a través de cuentas de correo electrónico, que es una técnica utilizada por los cibercriminales o investigadores. Esta investigación está basada en un caso real solicitado por un Bufete Jurídico ante la necesidad de demostrar la pertenencia de una cuenta de correo y la persona quien hacía uso de la misma. Se tiene acceso a la cuenta de correo a quien se le enviaba los mensajes por la cuenta anónima. La información obtenida por los encabezados de cada mensaje se sometió a análisis y así determinar que la cuenta no fue suplantada.

Palabras clave: Suplantación de identidad, unicidad, correo electrónico.

1 Introducción

La tecnología avanza a una escala sin precedente y en conjunto con la informática se han desarrollado herramientas como el correo electrónico que si bien ha simplificado la comunicación del hombre y aumentado los diferentes medios de comunicación, desafortunadamente existen personas que aprovechan las vulnerabilidades de dichas herramientas para su propio beneficio, la mayoría de las veces para perjudicar a la sociedad, un caso muy dado en este ámbito es la suplantación de identidad a través del correo electrónico:

El usuario A se hace pasar por el usuario B, este usuario A utiliza la identidad del usuario B para enviar correos al usuario C, el usuario C cree que el usuario B ha recibido correspondencia del usuario B.

Técnica ya muy conocida y utilizada por cibercriminales e investigadores pero así como existen técnicas que hacen posible que este acto se lleve a cabo también existen métodos para comprobar si la identidad del remitente es verídica o se trata de uno de tantos intentos de suplantación de identidad a través de correo electrónico.

2 Estado del arte

El robo de identidad es considerado en México un delito federal. Aunque se estableció la ley en 1998 y denominada como Ley para la Disuasión de la Subrogación y del Robo de Identidad, existe poca información para los abogados de cómo sustentar evidencias para demostrar tal delito. La ley, que se cita tal cual, establece que “prohíbe la transferencia o utilización, a sabiendas y sin contar con la facultad legal, de un medio de identificación de otra persona, con la intención de cometer, o de ayudar, o de alentar a otro, cualquier actividad ilegal que constituya una violación de la ley Federal, o que constituya una felonía de acuerdo con cualesquiera ley estatal o local.” [1], [2]. Los mensajes entre un usuario y otro son de diversa naturaleza. Desde una charla informal hasta un acuerdo de compra-venta donde el recurso en cuestión sea sujeto a un alto valor. Cuando una de las partes involucradas niega su participación en tal actividad y no reconoce tales acuerdos, corresponde a un Perito en Informática demostrar la asociación de la persona física con la cuenta de correo en que se llevó a cabo el intercambio de información de ambas partes. Las siguientes secciones obedecen al cuestionario presentado por el Bufete Jurídico y defendido ante el tribunal en un juicio oral. Se omiten los datos reales por su naturaleza de confidencialidad.

3 Metodología usada.

3.1 Planteamiento del problema: Identificar y vincular la cuenta de correo MiCuenta_A@midominio.gob.mx con la persona Mi_Nombre Mi_Apellido_Paterno Mi_Apellido_Materno.

- a) **Acopio de información.** Se reúne la información generada en la comunicación entre las cuentas: MiCuenta_A@midominio.gob.mx, y Cuenta_B@midominio.com en las fechas: fecha1, fecha2, fecha3, etc. Se tiene acceso a la cuenta de correo del demandado, MiCuenta_A@midominio.gob.mx.
- b) **Material sujeto a estudio:** Entre la información intercambiada, se ha tomado los encabezados de cada uno de los correos. La información mostrada en las capturas de pantalla anteriores es llamada Encabezados de Mensaje, [3], [4], [7] Estos encabezados de mensaje permiten identificar información que incluye el enviador, quien recibe, fecha, título del mensaje, marcas de tiempo del envío, recepción del mensaje y en algunos casos, se puede determinar si el mensaje ha sido re-enviado. Esta información no depende del usuario sino que lo genera cada uno de los servidores de correo. Se transcribe tal cual para su análisis:

[REDACTED]
 Lunes, 3 de diciembre de 2012, 15:27 Marcar como no leído

 X-Apparently-To:
 [REDACTED] via 66.94.238.165; Mon, 03 Dec 2012 12:27:40 -0800
 Return-Path:
 < MiCuenta_B@midominio.com >
 Received-SPF: |
 pass (domain of [REDACTED] designates 74.125.149.244 as permitted
 sender) biB1bCBpbnZlbnRhcmlvIGluaWNPYWwgeSBubyBSZXMGY29icmFyb24gbmkg
 dw4gcGVzbyB1cyBSYSBGUTA2MCB5IGxhIGZxMDA2IFkgTEEGZlEwMTQgYSB0
 aSB0ZSB0b2NvIGVsIHB1b3LCoCB1bCBkZSBqdXJpZG1jbyBhIHRvZG9zIGdh
 YnJpZWwgbGVzIGR2b2x2aWVyb24gbGFzIGN1b3RhcYB5IGF0aSB0ZSB0aWVu
 ZSBxdWUgZGV2b2x2ZXIgwqAgJCA5OSwwMDAuMDAgQXZpYW1pZQEwAQEBAQN0
 ZXh0L3BsYWluAwMwAgN0ZXh0L2h0bWwDZAE-
 X-YMailISG:
 NYKYvBAWLDttQ7W_rkQw7mt00HIUeLvKYU8LnMoSNayQ1J2K
 K4nG3U0q_bgDCwaq39z9H8tcU7i1jnLTrMYHwtWfTbBb4g20Ldf_VRLHPTNX

 X-Originating-IP:
 [74.125.149.244]
 Authentication-Results:
 mta1239.mail.bf1.yahoo.com from=[REDACTED]; domainkeys=neutral (no sig);
 from=[REDACTED]; dkim=neutral (no sig)
 Received:
 from 127.0.0.1 (EHL0 na3sys009aog118.obsmt.com) (74.125.149.244) by
 mta1239.mail.bf1.yahoo.com with SMTP; Mon, 03 Dec 2012 12:27:40 -0800
 Received:
 from mail-ob0-f198.google.com ([209.85.214.198]) (using TLSv1) by
 na3sys009aob118.postini.com ([74.125.148.12]) with SMTP ID
 DSMKUL0LygJXggazIyGtnMyETM1NG3MskU5@postini.com; Mon, 03 Dec 2012 12:27:39 PST
 Received:
 by mail-ob0-f198.google.com with SMTP id un3so13884417obb.5 for
 <[REDACTED]>; Mon, 03 Dec 2012 12:27:38 -0800 (PST)
 X-Google-DKIM-Signature:
 v=1; a=rsa-sha256; c=relaxed/relaxed; d=google.com; s=20120113; h=mime-
 version:date:message-id:subject:from:to:content-type :x-gm-message-state;
 bh=4182Ct02oNbvVvdcAcddc/R7Frex4vL1EqHLAWc3M8=;

Se puede observar información clave que permite determinar la autenticidad de los correos recibidos de la cuenta MiCuenta_A@midominio.gob.mx. Como primer punto, se designa a los servicios de Google Inc., como emisor autorizado para el servicio de correo con nombre de dominio @midominio.gob.mx. La autenticación que hace el servidor de yahoo al recibir datos de la cuenta MiCuenta_A que pertenece al dominio @midominio.gob.mx en la línea from=midominio.gob.mx; dkim=neutral (no sig). Esto es, se autentican cada servidor entre sí. Sólo el usuario que tiene las credenciales de la cuenta MiCuenta_A@midominio.gob.mx, será validado por el servidor de @midominio.gob.mx y hacer uso de los servicios de correo u otros adquiridos. Además, se proporciona la autenticación y validación de la firma del servidor de google. Esto es así porque el dominio de @midominio.gob.mx hace uso de los servicios de la empresa Google. Esto se demuestra al consultar quién tiene la dirección Mi_direccion_IP en <http://who.is/>. [5]

3.2 Consideraciones Teóricas.

a) **Unicidad de cuentas.** Una cuenta de correo no puede ser duplicada en el mismo dominio.

b) **Unicidad del nombre** de Usuario asociado a una cuenta ya creada. Para demostrar estos conceptos, se muestra cómo al intentar crear una cuenta cualquiera y en cualquier idioma, el sistema de Microsoft o cualquier otro servidor de correo, verifica y comprueba que los datos proporcionados por el usuario no existan en su base de datos.

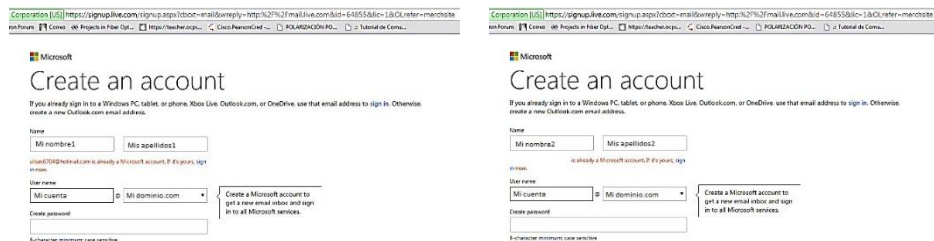


Figura 1. Error generado por el servidor de Microsoft al intentar crear una cuenta cuando ya existe.

El siguiente paso fue asociar el nombre del demandante con la cuenta de correo. Este paso se hizo mediante la consulta en línea ante diversos sitios: redes sociales, programas de estímulos, programas de becas, etc. Por cuestiones confidenciales se omiten estos datos, pero mediante una búsqueda, se pudo encontrar un listado de personal becado por parte del programa de becas de MiEstado y publicado en <http://miestado.com.mx/capacitacion/files/Becas/bloqueMiBloquetxt>, donde se marca los datos personales de usuario cuyo nombre corresponde a MiNombre Mi_Apellido_Paterno Mi_Apellido_Materno con RFC Mi_RFC y dirección de correo MiCuenta_B@midominio.gob.mx. [6]

3.3 Correo suplantado. A continuación se ofrece el encabezado de mensaje de un correo falso:

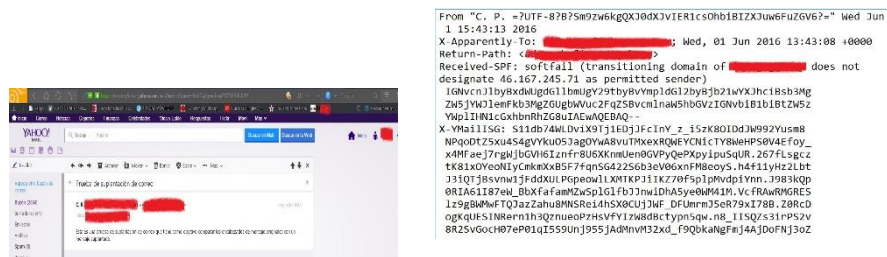


Figura 2. Usando una cuenta de correo verdadera, a quien se le ha dirigido un correo falso, se puede ver el encabezado de tal mensaje.

Como se puede apreciar en la figura 2, el dominio Mi_dominio.gob.mx no está asignado como un enviado permitido.

```
X-Originating-IP: [46.167.245.71]
Authentication-Results: mta1422.mail.ne1.yahoo.com from=[REDACTED];
domainkeys=neutral (no sig); from=[REDACTED]; dkim=neutral (no sig)
Received: from 127.0.0.1 (EHLO emkei.cz) (46.167.245.71)
    by mta1422.mail.ne1.yahoo.com with SMTP; Wed, 01 Jun 2016 13:43:08
+0000
Received: by emkei.cz (Postfix, from userid 33)
    id 29D28D5640; Wed, 1 Jun 2016 15:43:13 +0200 (CEST)
To: [REDACTED]
Subject: Prueba de =?UTF-8?B?c3VwbGFudGFjac0zb1BkZSBjb3JyZW8=?=
From: "C. P. =?UTF-8?B?5m9zw6kgQXJ0dXJvIER1cs0hb1BIZXJuw6FuZGV6?="
    <[REDACTED]>
X-Priority: 3 (Normal)
Importance: Normal
Errors-To: [REDACTED]
Reply-To: [REDACTED]
Content-Type: text/plain; charset=utf-8
Message-Id: <20160601134313.29D28D5640@emkei.cz>
```

Figura 3. Encabezado de un mensaje suplantado.

En la figura 3, se puede apreciar que el mensaje fue RECIBIDO de **emkei.cz** [7] y no del servidor cuyo dominio responde a midominio.gob.mx y por lo tanto, la dirección IP no es del rango de direcciones IP de google.

4 Resultados Experimentales

Se aplicó la Minería de datos e ingeniería social para determinar la existencia de la persona física demandante. La primera metodología presentada en este trabajo fue aplicada en una base de datos de correo electrónico con mensajes fraudulentos y regulares, se estudiaron las características de los encabezados de los mensajes objetivos en las fechas señaladas y se pudo determinar la validez de los mismos al obtener el servidor origen de cada uno de ellos. Se demostró mediante un mensaje falso, cómo se cambia el nombre del servidor origen. La ingeniería social fue usada para recabar datos del C. Mi_Nombre Mi_Apellido_Paterno Mi_Apellido_Materno, tanto en las redes sociales como en los registros públicos en línea. Para comprobar la veracidad de la correspondencia por parte del remitente y que este sea legítimo se consultaron sitios tales como who.is para determinar los dominios correspondientes de acuerdo a las direcciones IP obtenidas en los encabezados de cada mensaje.

5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

En este documento se han tocado los puntos acerca de la suplantación de identidad a través del correo electrónico, desde cómo es que funciona esta técnica y la forma de determinar si se trata de un ataque de este tipo o no, cabe destacar que la seguridad es un factor muy importante que se suele olvidar y todo usuario es vulnerable a ataques por ejemplo, de ingeniería social y la información personal puede estar en manos equivocadas. Por eso es aconsejable ser precavidos y cuidadosos con la información que se maneje, en cuanto a las investigaciones futuras se sabe que la tecnología cada día está un paso adelante así que es necesario estar a la par de las nuevas estrategias de suplantación de identidad utilizadas por los cibercriminales en cuanto a las técnicas para dar con los correos legítimos del remitente o cuando son suplantados. [9] y [10]

Referencias

- [1] https://www.scjn.gob.mx/libreria/Decima2011Docs/10_II_NOV.pdf. Última consulta: 31/08/16
- [2] <http://gaceta.diputados.gob.mx/Black/Gaceta/Anteriores/62/2014/abr/20140401-V/Iniciativa-14.html>. Última consulta: 31/08/16
- [3] <https://support.google.com/mail/answer/29436?hl=es>. Última consulta: 31/08/16
- [4] <https://toolbox.googleapps.com/apps/messageheader/>. Última consulta: 31/08/16
- [5] <http://whatismyipaddress.com/email-header>. Última consulta: 31/08/16
- [6] <http://portalrh.guanajuato.gob.mx/capacitacion/files/Becas/bloque%205%20ER.txt> Última consulta: 29/07/16
- [7] <https://emkei.cz/> Última consulta: 29/07/16
- [7] <https://support.google.com/mail/answer/22454?hl=es>. Última consulta: 29/07/16
- [8] W. Alcorn, C. Frichot, M. Orrú. The Browser Hacker's Handbook. Edit. Wiley. 2014.
- [9] J. Ramió A., J. M. Miret B. Seguridad Informática y Criptografía Versión 4.1. Sexta edición. 2006 Universidad Politécnica de Madrid.

ColumApp: una aplicación para la detección de problemas de columna vertebral

Nancy Aguas García¹, José Luis García Navarro², Emmanuel Vizcarra Coronado³,

¹Universidad del Caribe-Lote1, Mz. 1, Cancún, Q. Roo, 77528.
naguas@ucaribe.edu.mx. ²IMMS: Hospital de Traumatología y Ortopedia, Diagonal defensores de la República y 6 Poniente, Puebla, Pue. 72140. jlgn09@gmail.com.

³Instituto Tecnológico de Tepic - Avenida Tecnológico 2595, Tepic, Nay, 63175.
emvizcarraco@ittpic.edu.mx.

Resumen. La columna vertebral es el pilar del cuerpo, con el paso del tiempo o por accidentes se pueden presentar desequilibrios que requieren atención médica preventiva o correctiva a través de intervenciones quirúrgicas. Médicos especialistas aplican procedimientos manuales para realizar el diagnóstico en pacientes que presentan este tipo de problemas. Actualmente existen herramientas de software que permiten detectar o diagnosticar deformidades en la columna vertebral, sin embargo no cuentan con el aval médico y la mayoría se limitan a mostrar de forma textual e ilustrativa la técnica para la detección del problema, otras herramientas más complejas utilizan un escoliómetro digital como herramienta para el diagnóstico. Este artículo presenta los avances de un proyecto de App médica para detección de problemas de columna vertebral desarrollada para médicos del Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto Nacional de Rehabilitación y la Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna, A.C.

Palabras Clave: ágil, app, columna vertebral, medicina

1 Introducción

La columna vertebral o espina dorsal es un conjunto de huesos, músculos, tendones, ligamentos, nervios y cartílagos que forman una compleja estructura que recorre nuestra espalda a lo largo de todo el tronco. Es capaz de sostener nuestro cuerpo erguido, al mismo tiempo que nos permite realizar movimientos flexibles, sostiene la cabeza y da soporte a la pelvis. También sirve para proteger en su interior a la médula espinal, y es responsable de que podamos caminar y movernos sin perder el equilibrio, puesto que ayuda a mantener nuestro centro de gravedad.

Con el paso del tiempo o por accidentes se puede llegar a presentar un desequilibrio sagital (lateral) o coronal (frontal), es entonces cuando médicos especialistas aplican

procedimientos para realizar el diagnóstico en pacientes y osteotomías⁶ correctivas para tratar este tipo de problema, de ahí la importancia de reconocer el tipo y la causa subyacente de la deformidad de modo que pueda ser elegida la osteotomía más adecuada [1].

1.1 Situación actual

El diagnóstico de problemas de columna inicia cuando un paciente llega a un consultorio médico, ahí el especialista evalúa si hay deformidades en la columna a través de la observación. El proceso consiste en tomar fotografías del paciente de atrás (espalda) y de lado, posteriormente se aplica una técnica para verificar si existe simetría en los hombros, los omoplatos y la cadera para de esta forma detectar si hay deformidades en la columna.

Hoy en día existen herramientas de software que permiten detectar o diagnosticar deformidades en la columna vertebral, sin embargo no cuentan con el aval médico y la mayoría se limitan a mostrar de forma textual e ilustrativa la técnica para la detección del problema, otras herramientas más complejas utilizan un escoliómetro⁷ digital como herramienta para el diagnóstico.

Derivado de ello, médicos especialistas del Instituto Mexicano del Seguro Social, Instituto Nacional de Rehabilitación y la Asociación Mexicana de Cirujanos de Columna, A.C. solicitan la construcción de una herramienta que dé respuesta a sus requerimientos.

2 Estado del Arte

Actualmente existen diversos proyectos destinados a la detección de problemas de columna vertebral en un dispositivo móvil, a continuación se listan algunos de ellos:

2.1. ScolioTrack [2]

Es una herramienta para hacer un seguimiento de la desviación lateral de la columna vertebral. Permite al usuario seguir el progreso mes a mes de las curvas anormales de la columna, la aplicación está enfocada a profesionales médicos, quiroprácticos o fisioterapeutas y pacientes, puede ser utilizado por varios usuarios, guarda la información del peso, estatura y fotografías de cada uno de ellos. La herramienta por sí sola no detecta el problema, solo proporciona las herramientas para diagnosticar y tener un seguimiento de la escoliosis.

⁶ Operación en la que se practican cortes en un hueso, de forma que el cirujano puede efectuar cambios en su posición.

⁷ Instrumento para medir las curvas, especialmente las de la columna vertebral.

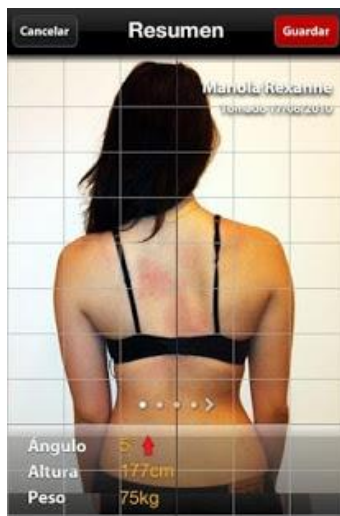


Fig. 1. Resumen de análisis del paciente. ScolioTrack [2]

2.2. Escoliómetros [3]

Se trata de un escoliómetro digital que permite medir el grado de escoliosis, tiene un rango de 30 a 50 grados lo que significa que se pueden explorar amplias curvas para medir la curvatura de la espina dorsal. La aplicación está diseñada para ser usada por doctores, profesionales de la medicina y usuarios domésticos pero no registra ningún tipo de información.

2.3. Scoliometer [4]

Esta aplicación mide el grado de rotación del tronco y otras deformidades en personas con escoliosis. Muestra grados que representan la magnitud de rotación en cada segmento vertebral, la herramienta indica si hay escoliosis en base al número de grados que registra.

2.4. Forward Head Posture [5]

Ayuda a comprobar la postura del cuello midiendo el grado de la columna cervical y basándose en la vista lateral de la parte superior del cuerpo. Incluye ejercicios para mejorar la postura de la cabeza pero estos no cuentan con un aval médico. El software utiliza la cámara para la medición del problema, sin embargo se limita a detectar los problemas de columna cervical.



Fig. 2. Forward Head Posture [5]

2.5. All Spine Disorders [6]

Ofrece información sobre síntomas, causas, tratamientos y descripción de los trastornos de columna vertebral, mostrando la información en forma de texto e imágenes. El usuario, en base a la información proporcionada, deduce el tipo de problema que presenta ya que el software no es capaz de evaluarlo.

2.6. Mobile OMT Spine [7]

Herramienta de referencia y enseñanza clínica enfocada a la terapia de la columna vertebral. Incluye videos, audio y texto que indican paso a paso como aplicar cada técnica.



Fig. 3. Mobile OMT Spine [7]

3 Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados se utilizan dos metodologías, una de investigación y otra para el desarrollo del software.

3.1 Metodología de Investigación

Utilizamos la metodología propuesta por Adrion [8], que establece que el proceso de investigación en el ámbito de la ingeniería sigue las siguientes cuatro etapas:

1. Observar las soluciones existentes: busca detectar los problemas que se van a abordar a partir del estudio de las propuestas existentes.
2. Proponer una mejor solución: hacer una propuesta que supere las limitaciones detectadas. Estudiar las posibles aproximaciones que permitan las.
3. Desarrollar la nueva solución: a partir del estudio anterior, plantear la arquitectura de un nuevo sistema y desarrollar un prototipo del mismo.
4. Evaluar la nueva solución: mostrar que la solución desarrollada supera los problemas que fueron detectados en la primera etapa de esta metodología.

3.2 Metodología de desarrollo de software: SCRUM [9].

Aplica de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente. Propone realizar entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al patrocinador del proyecto. Está especialmente indicado para proyectos donde se necesita obtener resultados rápidamente, donde la innovación, la competitividad, la flexibilidad y la productividad son fundamentales. En Scrum, un proyecto se ejecuta en bloques temporales cortos y fijos (iteraciones que normalmente son de 2 semanas, aunque en algunos equipos son de 3 y hasta 4 semanas, límite máximo de feedback y reflexión). Cada iteración tiene

que proporcionar un resultado completo, un incremento de producto final que sea susceptible de ser entregado con el mínimo esfuerzo al cliente cuando lo solicite. Cada iteración consiste en: planificación, ejecución, inspección y adaptación.

4 Resultados

Se llevaron a cabo las actividades que marca la metodología obteniendo los resultados citados.

4.1 Observar las soluciones existentes

Se conceptualizó la problemática y se evaluó el estado del arte de las diversas herramientas, sus ventajas y desventajas, resultado de ello se observa en la tabla comparativa, la cual está diseñada con base a las características descritas por el desarrollador de cada aplicación, se tomaron en cuenta ocho elementos importantes que se evalúan entre las seis aplicaciones publicadas más completas enfocadas a problemas de la columna vertebral.

Aplicación / elementos	 ScolioTrack	 Escoliómetros	 Scoliometer	 Forward Head Posture	 All Spine Disorders	 Mobile OMT Spine
Soporte para múltiples pacientes	✓					
Seguimiento de altura y peso del paciente	✓					
Uso de fotografías para expediente / diagnóstico	✓			✓		
Análisis de fotografía						
Gráfica de progresión de la deformidad	✓					
Información sobre problemas de columna	✓			✓	✓	✓
Escoliómetro digital	✓	✓	✓			
Opinión de los usuarios 0-5 ⁸	3.3	-	-	4.2	-	4.4

Tabla 1. Comparativa de las principales aplicaciones.

Como se observa, las herramientas no tratan el problema de detección desviaciones de columna, no realizan las funcionalidades requeridas por los médicos especialistas y la mayoría se limitan a mostrar de forma textual e ilustrativa la técnica para la detección del problema.

4.2. Proponer una mejor solución

Para esta actividad se realizó la captura de requisitos a través de encuestas y entrevistas a médicos especialistas.

Con la encuesta se estableció el objetivo de la aplicación: analizar de forma sencilla a cada persona y detectar malas posturas utilizando una foto.

⁸ Opiniones basadas en usuarios de Google Play. Consultado el 30 de Junio de 2016.

Durante la entrevista el Dr. José Luis García Navarro explicó la técnica que se utiliza para obtener información de las deformidades en la columna, comentó que es necesario tomar dos fotos al paciente, una foto de espalda y otra lateral, ambas tienen que ser en ropa interior y cuerpo completo. También mencionó que para la aplicación es necesario pedir la altura del paciente para tomarlo como escala y generar un reporte del diagnóstico donde se indique la altura de los hombros, la altura de la pelvis, entre otros puntos importantes. Como sugerencia a la aplicación aconsejó incluir información acerca de enfermedades de la columna y sugerencias para que sea más llamativa para los usuarios.

Basado en las encuestas y entrevista, se determinaron dos actores o usuarios, las funcionalidades del sistema y se elaboraron diagramas de caso de uso correspondientes para validar los requisitos definidos:

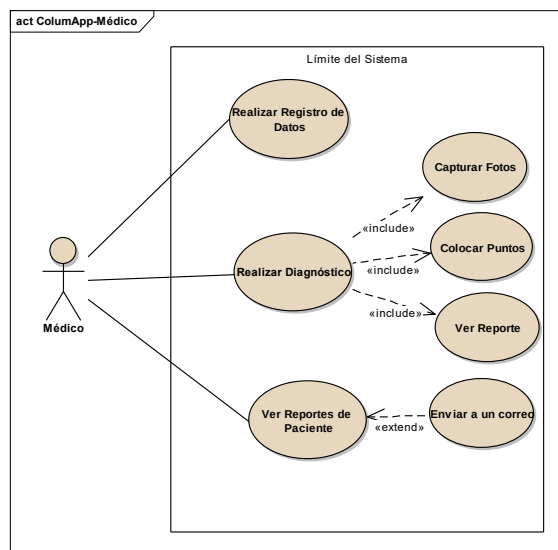


Fig. 4. Diagrama de casos de uso del actor médico

4.3. Desarrollar la nueva solución

Definidos y validados los requisitos funcionales se desarrolló un diseño conceptual de alto nivel, siguiendo estrategias de diseño de interacción se construyeron *mockups* para cada función a automatizar:

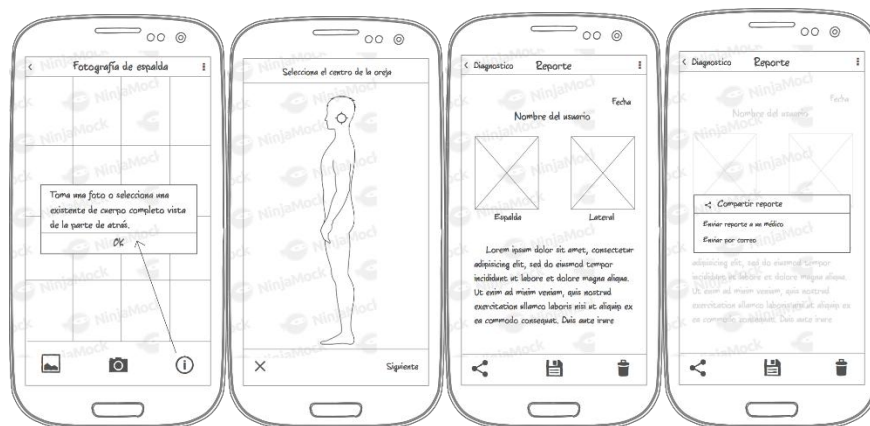


Fig. 5. Serie de *mockups* de la funcionalidad de diagnóstico de problemas

Los *mockups* fueron validados por los médicos y con base en esto se inició la implementación de la App, se utilizó el entorno de desarrollo Android Studio y se eligió la API 13, versión 3.2 (Honeycomb) pues permite a la aplicación ser compatible con dispositivos actuales y de años anteriores.

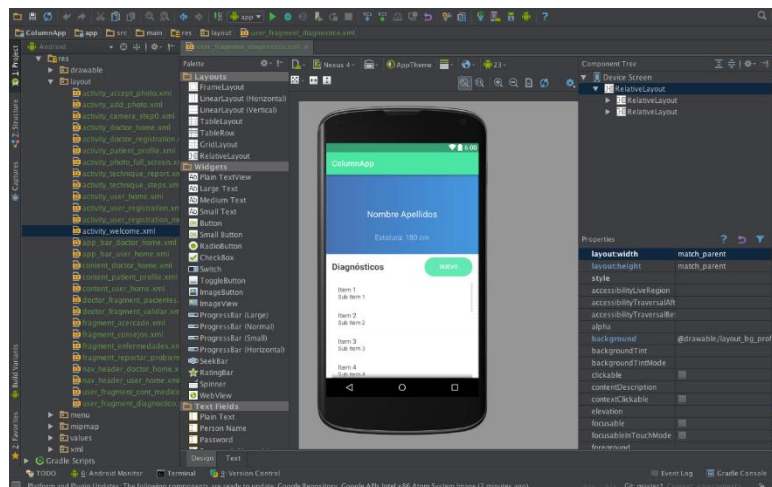


Fig. 6. Desarrollo de la funcionalidad de diagnóstico de problemas en Android

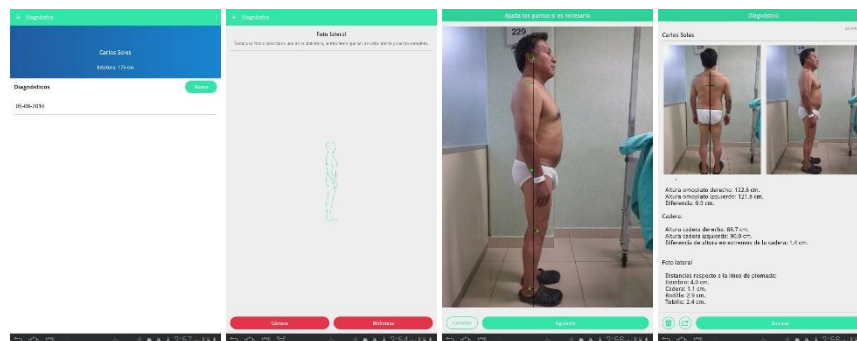


Fig. 7. Pantallas de la App en la funcionalidad de diagnóstico de problemas

4.3. Evaluar la nueva solución

El prototipo implementado fue revisado y validado por el médico especialista, Dr. García Navarro, quien indicó que aunque se realizan los procedimientos de diagnóstico y detección, es necesaria un zoom para poder establecer con mayor precisión los puntos. También se validó por un grupo de usuarios, entre ellos expertos en ingeniería de software. Por otro lado, se detectó que la aplicación funciona adecuadamente en dispositivos con Android 3.2 y 5.1 pero presenta errores en otras versiones al momento de seleccionar fotos de la galería y generar el reporte, por lo cual es necesario realizar

ajustes en el código y hacer pruebas en dispositivos con Android versión 4, 6, 7 y sus variaciones para asegurar el funcionamiento correcto.

5 Conclusión

La investigación y actividades realizadas en este proyecto permitieron ratificar que las TICs están impactando y coadyuvando de forma positiva en el campo de la asistencia médica.

La App desarrollada permite a los médicos y usuarios contar con una herramienta que permita realizar un diagnóstico por medio de un celular o Tablet utilizando una técnica avalada por médicos. En el prototipo se implementó la técnica utilizada por los médicos especialistas, sin embargo es importante realizar un mayor número de pruebas y compararlas con diagnósticos realizados por médicos para calcular el margen de error y realizar ajustes en el software en caso de ser necesario. Con base en las opiniones de usuarios que utilizaron el prototipo, se detectaron algunas funcionalidades que mejorarían el prototipo y que serán realizadas como trabajo a futuro, entre ellas: mostrar una guía introductoria de cómo deben ser tomadas las fotos, agregar una imagen como referencia al momento de marcar los puntos, mostrar una cuadrícula en las fotos, rotar y recortar la imagen, realizar zoom al momento de marcar los puntos y repetir el procedimiento de marcación de puntos y calcular el promedio para disminuir el margen de error.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa Interinstitucional para el Fortalecimiento de la Investigación y el Posgrado del Pacífico “Delfín”, por la estancia de investigación de un estudiante participante en el proyecto y a la Universidad del Caribe por las instalaciones y equipos proporcionados para el desarrollo del proyecto.

Referencias

1. J. B. Gill, A. Levin, T. Burd & M. Longley. *Corrective Osteotomies in Spine Surgery*. The Journal of Bone and Joint Surgery, 2509-2520, 1 de Noviembre de 2008.
2. Lau, K. (24 de Abril de 2014). *ScolioTrack*. [En línea]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.uc.scoliometer.ads>
3. Lau, K. (16 de Abril de 2015). *Escoliometros*. [En línea]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.hiyh.scoliotrack>
4. Simon, M. (6 de Marzo de 2016) *Scoliometer* [En línea]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.convenientbird.scoliometer>
5. *Forward Head Posture* (14 de Febrero de 2016). [En línea]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ysjworld.fhp>
6. *All Spine Disorders* (19 de Diciembre de 2013). [En línea]. Disponible en: <https://itunes.apple.com/ni/app/all-spine-disorders/id542914136?mt=8>

7. *Mobile OMT* (2 de Febrero de 2014). [En línea]. Disponible en: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.crtech.android.spine&hl=es_419
8. Adrion, W. (1993). Research methodology in software engineering: summary of the Dagstuhl workshop on future directions on software engineering. *Software Engineering. (Notes 18)*, 1: 36-37.
9. K. Rubin, *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile*. 1a edición. EUA: Addison-Wesley Professional, 2012.

Aplicación móvil para la identificación de espacios físicos en el Instituto Tecnológico Superior Del Occidente Del Estado De Hidalgo

**Emmanuel Cervantes Hernández, Perla Ivet Jarillo Nieto, Alicia Montserrat Godínez
Jarillo**

Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo

emmanuel.cervantesh@gmail.com pjarillo@itsoeh.edu.mx; agodinez@itsoeh.edu.mx

Resumen. La localización de los espacios físicos en instituciones educativas representa un reto para quienes visitan por primera vez e incluso para quienes continuamente deben realizar actividades académicas y trámites dentro de las instalaciones. En este artículo se presentan los resultados de una investigación exploratoria en donde participaron 401 estudiantes, llevada a cabo en el Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH) que sirvió para conocer un panorama general del estado actual del conocimiento que tienen los participantes sobre las áreas y edificios del campus; a partir de los hallazgos, se desarrolló el prototipo de una aplicación móvil en Android, que facilita la localización de espacios físicos, como una estrategia para mejorar la experiencia de los visitantes, estudiantes y personal de la Institución durante su estancia.

Palabras clave: ubicación geográfica, localización, investigación exploratoria, aplicación móvil.

1 Introducción

Conocer las diferentes áreas de los lugares de trabajo, estudio o simplemente de donde vivimos en estos días es parte fundamental para desempeñar nuestras actividades con un mejor rendimiento. Usualmente las instituciones

gubernamentales o educativas hacen esfuerzos por mantener informados a sus visitantes sobre las diferentes áreas que podrían ser de su interés. Este es el caso del Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo (ITSOEH), que es un Organismo Público Descentralizado del Sistema de Educación Superior en el Estado de Hidalgo, localizado en el Municipio Mixquiahuala de Juárez Estado Hidalgo. Tiene como misión formar a los mejores profesionistas de la región y del estado en los diversos campos del conocimiento científico y tecnológico, capaces de enfrentar los retos que impone la globalización [1]. Cuenta con diferentes áreas en su infraestructura como los son aulas, laboratorios, auditorios, y áreas específicas para realizar trámites. Los visitantes, estudiantes y personal muchas veces se ven en la necesidad de dirigirse a un área o con una persona en específico dentro de esta institución y desconocen a dónde dirigirse. Por esta razón es importante buscar estrategias que mejoren la experiencia de las personas en dicha situación y la propuesta de este trabajo es presentar una aplicación que permita identificar las diferentes áreas y edificios que forman parte de los límites territoriales del Instituto, utilizando las tecnologías más populares del momento como son los dispositivos móviles.

Para identificar cuáles serían las áreas de oportunidad de la aplicación de software a desarrollar se realizaron encuestas a la comunidad estudiantil, en dónde se preguntó sobre su conocimiento de la ubicación de los diferentes espacios y el propósito que éstos tienen, así como la relevancia que representa para ellos conocer los nombres de las personas que trabajan en la Institución. A partir del análisis de la información obtenida en las encuestas se desarrolló un prototipo funcional de la aplicación con la distribución física de los edificios e información relevante de lo que se puede encontrar en cada uno de ellos.

2 Estado del arte

La combinación entre Internet y los dispositivos móviles, junto con la tecnología de Geolocalización, que es la capacidad para obtener la ubicación geográfica real de un objeto, como un radar, un teléfono móvil o un ordenador conectado a Internet [2], permite que los usuarios puedan obtener, compartir y consultar información con efecto geográfico en tiempo real [3]

Son variadas las empresas que utilizan esta tecnología, por ejemplo, Coca Cola ha empleado los servicios de Geolocalización, lanzando una campaña promocional con motivo del Black. McDonald's, en España, envía anuncios y ofertas a los usuarios que están a menos de 500 metros de algún establecimiento. Las marcas de ropa como Nike, Blanco, Adidas o Zara ganan peso en Facebook y las operadoras de telefonía, entre las que destaca Movistar, en Tuenti. Las marcas están comenzando a descubrir el potencial

del marketing basado en Geolocalización, ofreciendo beneficios a los usuarios que se utilicen esta tecnología en sus locales, desde descuentos a promociones especiales o lanzamientos de productos [4].

Existen distintas aplicaciones basadas SIG que proporcionan rutas, ubicaciones y permiten guardar mapas con los marcadores de la localización. Geo Tracker - GPS tracker graba las rutas de los marcadores que se colocan en el mapa, proporciona el tiempo y la distancia recorrida, permite guardar archivos con los mapas marcados creada por Ilya Bogdanovich, la desventaja de esta aplicación es que el contenido solo está disponible en inglés [5]. GPS Buscador de Rutas es una aplicación personal a través del cual usted puede seguir fácilmente todos los lugares que ha visitado. Es una aplicación sencilla que te ayuda a realizar un seguimiento de tus propias ubicaciones con fecha. Esta aplicación solo cuenta con el contenido en idioma inglés [6].

Por otra parte, existen casos documentados del uso de aplicaciones de software en instituciones educativas, como en la Escuela Politécnica Nacional en Ecuador, en donde se desarrolló la “ENP Móvil” que tiene como finalidad la difusión de noticias entre los miembros de la comunidad estudiantil y en uno de sus módulos incorpora un mapa de la ubicación física de los edificios, siempre y cuando el usuario tenga una conexión a Internet [7]. En esa misma Institución se tiene el proyecto para una aplicación que será usada para que los visitantes ubiquen en un mapa la ruta más óptima para llegar a un destino dentro del campus, con una opción de realidad aumentada para guiarse y obtener más información [8]. En España hay trabajos relacionados, se encontró el caso de una aplicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, desarrollada en Android, en la que se incluye información sobre el calendario y localización de instalaciones de la escuela, además de información particularizada para cada usuario [9].

La aplicación desarrollada en el presente trabajo proporciona un contenido en español a los visitantes, alumnos y personal del ITSOEH. A diferencia de las aplicaciones Geo Tracker - GPS tracker y GPS Buscador de Rutas, el contenido se mostrará en español. La app se sustenta en los avances que se observan en otras instituciones educativas como la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, en España, y la Escuela Politécnica Nacional, en Ecuador. Permite ubicar y conocer las áreas específicas de la Institución, despliega información de lo que se encuentra en cada edificio, a través de un cuadro de búsqueda y permite la ubicación geográfica, pero no requiere una conexión a Internet, lo cual representa una ventaja para aquellos usuarios que no cuentan con un servicio de datos.

3 Metodología utilizada

La metodología empleada para el presente estudio consta de seis fases (Fig. 1), iniciando con el diseño de un instrumento de recolección de información (encuesta), hasta la creación de un prototipo de software.



Fig. 1. Fases de la metodología

3.1 Diseño del instrumento

En la fase de diseño del instrumento se generó una encuesta, la cual se conformó de cinco preguntas, que tenían el objetivo de identificar qué tanto conocimiento tienen los alumnos sobre la localización de las áreas y edificios.

3.2 Obtención de la muestra

Se consideró inicialmente una muestra de 334 estudiantes en ITSOEH, de un total de 2506. Para determinar el tamaño de la muestra se consideró la Ec.1 [10].

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}$$

Ec. 1 Tamaño de una muestra

n=El tamaño de la muestra a calcular

N=Tamaño del universo, en este caso 2506 estudiantes inscritos en ITSOEH.

Z=Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado. En función del valor 1.96 de la distribución de Gauss, para un nivel de confianza de 95%.

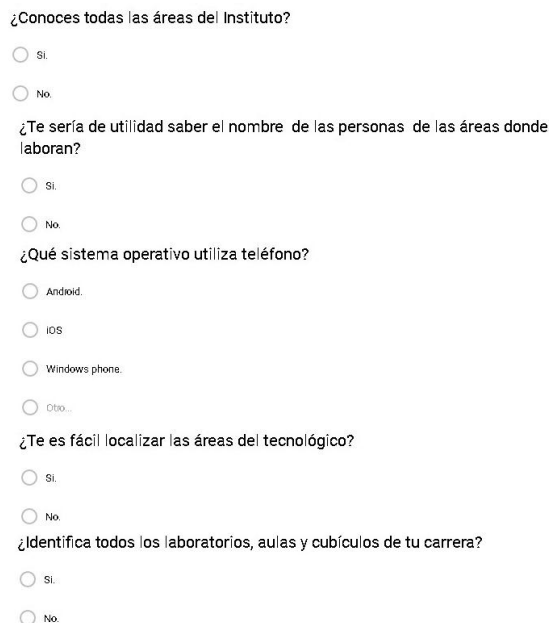
e=Es el margen de error máximo que admito (p.e.5%)

p=Es la proporción que se espera encontrar de la muestra, en este caso 0.5.

Al sustituir los valores en la ecuación 1 se obtuvo un tamaño de muestra de 334 estudiantes a quienes se propuso aplicar una encuesta.

3.3 Aplicación del instrumento

Se aplicó el instrumento (encuestas) a los alumnos de ITSOEH a través de Google Forms. Se convocó la participación de la comunidad estudiantil a través de las redes sociales, teniendo una participación mayor a la esperada, con un total de 401 estudiantes, en lugar de 334, como se había calculado en la selección de la muestra inicialmente. El contenido del instrumento se muestra en la Fig. 2.



¿Conoces todas las áreas del Instituto?

☐ Si.

☐ No.

¿Te sería de utilidad saber el nombre de las personas de las áreas donde laboran?

☐ Si.

☐ No.

¿Qué sistema operativo utiliza teléfono?

☐ Android.

☐ iOS

☐ Windows phone.

☐ Otro...

¿Te es fácil localizar las áreas del tecnológico?

☐ Si.

☐ No.

¿Identifica todos los laboratorios, aulas y cubículos de tu carrera?

☐ Si.

☐ No.

Fig 2. Cuestionario utilizado en la investigación.

3.4 Análisis de los resultados

En la fase análisis de resultados se llevó a cabo la tabulación y revisión de información recolectada a partir de los instrumentos aplicados, se identificó qué cantidad de alumnos conocen todas las áreas de la Institución y la importancia que tiene para ellos conocer el nombre de las personas que laboran en la institución además de saber si les es fácil localizar las diferentes áreas.

3.4.1 Definición de los requerimientos

En esta fase se determinó qué tipo de plataforma y herramientas serían utilizadas para el desarrollo de la aplicación, cómo se diseñaría el mapa de exploración de la Institución y qué tipo de información se debía mostrar al usuario, así como la funcionalidad de cada uno de los módulos que conformarían al proyecto, de acuerdo al análisis realizado en la etapa anterior.

3.4.2 Creación de un prototipo de software

A partir de la definición de requerimientos se desarrolló una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android Studio, que tiene la finalidad de informar a las personas sobre la ubicación física de los espacios de la Institución.

En la siguiente sección se discuten los resultados obtenidos en la fase de análisis, definición de requerimientos y diseño del prototipo, así como su funcionalidad principal.

4 Resultados

El análisis de los instrumentos permitió comprobar el estado actual de los alumnos sobre el conocimiento de las áreas y edificios de la Institución. Se identificó que un 92% de los encuestados no conocen todas las áreas del Instituto (Fig. 3.a). El 89% menciona que le sería de gran utilidad saber el nombre del personal que trabaja en la Institución (Fig. 3.d). El 86% concuerda en que no les es fácil localizar todas las áreas (Fig. 3.c) y 83% no identifican todos los laboratorios, áreas y cubículos de sus profesores (Fig. 3.b). El sistema operativo móvil más utilizado es Android con un 89% seguido de IOS con un 6% y Windows Phone con un 3%(Fig. 3.e).

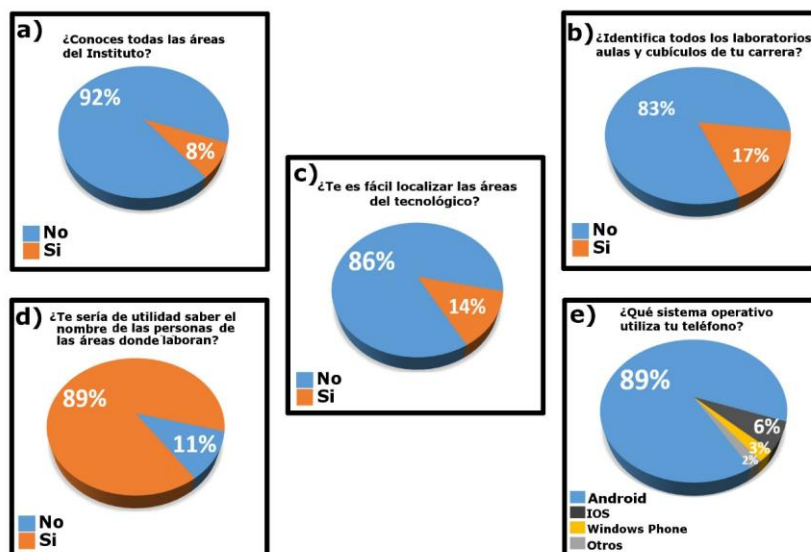


Fig.3. Graficas de resultados

A partir de estos resultados se puede inferir que la mayoría de los visitantes, estudiantes y personal de ITSOEH no tienen conocimiento de todas las áreas que componen a la institución y por lo tanto no se está promoviendo su sentido de pertenencia. Durante su estancia en el instituto los estudiantes requieren hacer diversos trámites en más de una ocasión, visitar docentes para solicitar asesorías o realizar prácticas en distintos laboratorios. Este hecho condujo al desarrollo del prototipo de una app que facilita la identificación de los lugares, se eligió como tecnología Android debido a la alta tendencia que demostraron los encuestados sobre su uso, igualmente se decidió hacer una aplicación móvil ya que de acuerdo a la revista Radiografía del Consumidor [11], en 2014 el número de usuarios de telefonía celular en Hidalgo fue de 2,584,542 de un total de 2,665,018 habitantes, según el censo de población y vivienda de INEGI [12], es decir, el 97% de las personas cuenta con el servicio.

El prototipo desarrollado consta de diferentes funcionalidades. En la ventana principal de la aplicación se muestra un mapa de las instalaciones del ITSOEH donde se identifican las áreas y edificios que comprende el Instituto Figura 4. También se puede seleccionar un edificio o áreas específicas del mapa que despliegan otra ventana conteniendo la información sobre el edificio, salones o áreas que lo componen, como se muestra en la Figura 5. La aplicación cuenta con un buscador que permite al usuario realizar búsquedas específicas de un

área o departamento con solo ingresar el nombre de lo que desea buscar, se hacen sugerencias sobre lugares que contienen la palabra escrita en el cuadro de búsqueda y una vez seleccionado un criterio, en el mapa aparecerá remarcado con un color diferente la localización Figura 6. Esa funcionalidad fue desarrollada atendiendo a las necesidades identificadas al plantear las preguntas de la Figura 3,B, 3.C y 3.D.

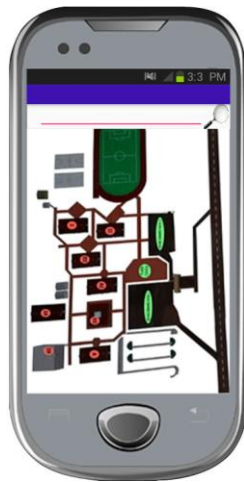


Fig. 4. Pantalla principal

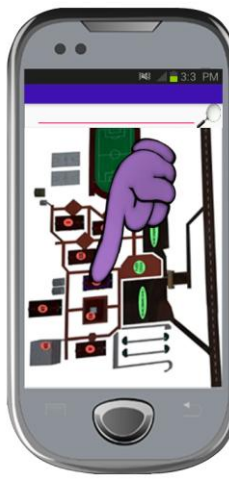


Fig. 5. Selección de áreas o edificios

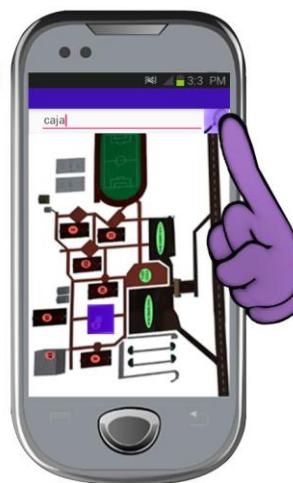
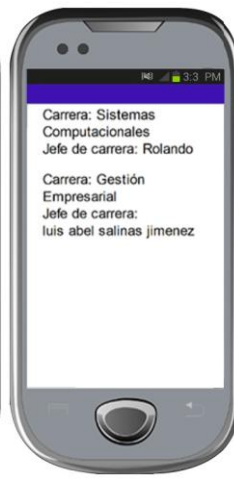


Fig. 6. Buscador

El diseño de la aplicación es intuitivo, considera aspectos de fácil interacción para el usuario, por ejemplo, se empleó una combinación de colores que son neutros para que su uso continuo no sea tedioso. Cualquier persona puede manipular fácilmente la app, aunque su área de expertiz no esté relacionada con el uso de las Tecnologías de la Información.

5 Conclusiones y trabajos futuros

En este estudio se realizó un análisis sobre el conocimiento que tienen los estudiantes de ITSOEH acerca de los diferentes espacios físicos de la Institución y qué pueden encontrar en ellos. A partir de esto se generó el prototipo de una aplicación móvil que podría ser una herramienta útil para brindar información puntual y con ello mejorar la experiencia para las personas que visitan o forman parte de la Institución, al acudir a sus instalaciones. Como trabajos futuros se propone evaluar el impacto de la aplicación móvil en la comunidad estudiantil y agregar más funcionalidades que sean de utilidad como un apartado que dirija a la página oficial de la escuela, así como diseñar diferentes mapas para que el usuario escoja el que mejor le ayude a localizar su destino, además de generar un módulo de servicio web que facilite la actualización de los datos.

Referencias

- [1] ITSOEH. (2016). <http://www.itsoeh.edu.mx/>.
- [2] F King, K. (2013). GeolocationandFederalism on the Internet.
- [3] Yanet, V. F. (2012). Tendencias en Geolocalización para el 2012.
- [4] Aragón. (2013). Tecnología informática al servicio de la localización geográfica.
- [5] Ilya Bogdanovich. (2016, Agosto 10). Geo Tracker - GPS tracker. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ilyabogdanovich.geotracker&hl=es>
- [6] Onex Softech . (2016, 9 9). GPS Buscador de Rutas. Retrieved from <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.onexsoftech.gpsroutefinder&hl=es>
- [7] Andrade, R., & Manosalvas, A. (2014). *Desarrollo e implementación de una aplicación multiplataforma para dispositivos móviles que permita visualizar información de la Escuela Politécnica Nacional*. Ecuador.
- [8] Ledesma, F. R., & Llumiquinga, V. M. (2015). *Desarrollo de una aplicación móvil nativa para teléfonos y tabletas de Geolocalización outdoor para guiar a personas videntes dentro de la Escuela Politécnica Nacional*. Ecuador.
- [9] Sotodosos, C. (2014, Enero). *Diseño centrado en el usuario para el soporte de una aplicación móvil para estudiantes universitarios*. Madrid, España.
- [10] Sampieri, R. (1997). Metodología de la investigación.
- [11] Merca2.0. Mercadotecnia publicidad medios. (2015). Retrieved from http://www.ceieg.chiapas.gob.mx/home/wp-content/uploads/ResourcesNotes/Radiografia_Consumidor_Mexicano-2014.pdf
- [12] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015). Retrieved from <http://www.inegi.org.mx>

V. Educación en TIC

Integración curricular de las TIC y educación para los medios en la sociedad del conocimiento

Área de conocimiento: Educación en TIC.

Edim Martínez Rodríguez ¹, Leisdy del Carmen Gutiérrez Olmos² y Matilde Gómez

Méndez³

⁹ Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 191, edim_martinez_rodriguez@hotmail.com

¹⁰ Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 149, leisdy_olmos@yahoo.com.mx

¹¹ Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 188, matilde_gomezmenendez@yahoo.com.mx

Resumen

Los cambios en la educación se dan en aspectos fundamentales integrados en la curricula de las TIC: en la educación para los medios. Siendo materia transversal y tareas de todos. Se trata de una propuesta de alfabetización múltiple para todos, de educación para la vida como personas libres y responsables en la sociedad digital. Formación del profesorado en las TIC's tanto como recurso en el aula, como fenómeno social fuera de ella; que le capacite profesionalmente y le proporcione el papel de protagonismo que merece en la construcción social. Una investigación en educación para los medios interdisciplinar, cercana (a profesores, padres, alumnos), participativa, crítica y transformadora. Estos aspectos en conjunto y coordinadamente, se pretende que se encuentren en armonía con los fines generales de la Educación, en la sociedad de la información, para que se conduzca a una verdadera sociedad del conocimiento.

⁹ Profesora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Ecatepec,

¹⁰ Profesora de asignatura del Centro Universitario UAEM Ecatepec

¹¹ Coordinadora de Derecho del Centro Universitario UAEM Ecatepec

PALABRAS CLAVES: educación, sociedad del conocimiento, Tecnologías de la Información y Comunicación.

Introducción

Las nuevas tecnologías se han convertido en algo trascendental en el trabajo diario y en la sociedad en general. Su relevancia exige políticas tecnológicas acordes con los nuevos tiempos, razón principal por la que deben estar presentes en los centros educativos.

Sin embargo, no en todos los centros educativos se hacen presentes de manera suficiente para todo el alumnado, esto no quiere decir que los alumnos se encuentren totalmente fuera del medio tecnológico, ya que cuentan con algunos medios en su hogar como son radio televisión, teléfono móvil, algunos tienen computadora y acceso a Internet.

Los primeros medios audiovisuales llegaron a las aulas como herramientas, pero fuera del aula no se utilizó en entornos educativos. El retroproyector, ni siquiera se contemplaba para un uso doméstico. La integración curricular de estos medios podía hacerse sin que los fines (educativos) se viesen ensombrecidos por la importancia de los medios tecnológicos.

La incorporación de recursos como la prensa, radio, o televisión no ha resultado tan fácil; pronto se vio la necesidad de considerar la educación “sobre” los medios o “para” los medios como función de la escuela, como fenómenos sociales.

En la última década del siglo XX, con la llegada de las tecnologías digitales los medios se vieron notablemente incrementados. La digitalización de la información hace posible la integración de lenguajes y la difusión de documentos multimedia por Internet, proporciona a las TIC un lugar privilegiado en el mundo de la educación.

La llegada de las nuevas tecnologías digitales aumenta su importancia y se convierten en fines en sí mismos. Su estudio se centra en el manejo de dispositivos en lugar de la reflexión sobre sus mensajes, la capacitación para su uso, en ocasiones supera en importancia el aprendizaje de las áreas curriculares donde se emplean. Centrar el aprendizaje en la herramienta y no en los contenidos curriculares, es una fase pasajera que algunos países ya han superado; Internet y los ordenadores se han convertido en parte integral de la enseñanza de (casi) todas las materias.

Menciona Trejo (2006) que el desarrollo de la informática tiene implicaciones, que en varios sentidos está cambiando nuestras vidas. Puede que cuando estos medios se

incorporen a nuestra forma habitual de enseñar y aprender, otros más sofisticados ocupen su lugar como objeto de nuestro asombro y protección. Se seguirá teniendo la necesidad de conocer esos nuevos medios, ponerse al día para alcanzar el objetivo estratégico fijado por la Unión Europea.

Es probable que la lógica mercantil y la competitividad sigan condicionando los objetivos de la educación, los sistemas educativos sean los medios ideales para conseguir los fines de la sociedad del mercado: las necesarias competencias tecnológicas de cada época.

Desarrollo

La educación para los medios ha ido adaptándose a las nuevas situaciones creadas, por necesidad de supervivencia que por deseo de transformación. Los cambios sociales que implican cambios educativos lo hacen como: consecuencia directa y como mejora necesaria. En el primer caso los cambios vienen por la evolución social y son inevitables. Pero la mejora necesaria parte de la reflexión y de la investigación educativa, se intenta que la educación siga siendo una preparación para la vida en la sociedad cambiante.

Es evidente la necesidad de compromiso con un cambio amplio y significativo, aceptado voluntariamente. Las características del panorama comunicacional para un nuevo paradigma de Educación para los Medios para la sociedad digital del siglo XXI, son:

- Interactividad, hipertextualidad, conectividad.
- Desigualdad, exuberancia, irradiación, omnipresencia, ubicuidad, velocidad, inmaterialidad, intemporalidad, innovación, volatilidad, multilateralidad, libertad, interactividad, convergencia, heterogeneidad, multilinealidad, enmascaramiento, colaboración, ciudadanía, conocimiento.
- Convergencias, nuevas formas de comunicación, nuevos códigos, nuevas redes, nuevas relaciones sociales, nuevas interacciones, nuevos actores, nueva racionalidad, nuevos modelos de producción, nuevo capitalismo, nueva globalización, nueva economía.

Este modelo de educación para los medios sería consecuencia de una propuesta de alfabetización múltiple de educación para la vida. Las propuestas de cambios se sugieren en tres ámbitos: La enseñanza obligatoria, la formación del profesorado y la investigación educativa

Tiene un carácter transversal y es tarea de todos. Se han venido considerando tres posibilidades de integración curricular de la Educación para los Medios:

- Incluir sus contenidos en distintas áreas, Lengua y Literatura, Ciencias Sociales y Artes Plásticas.
- Crear asignaturas específicas para el estudio de los medios, las que actualmente suelen ser optativas.
- Considerar la Educación para los Medios como contenido transversal al currículo y una responsabilidad de todos.

La propuesta parte de una concepción de la Educación para los Medios como una tarea de todos los educadores. Cualquier profesor puede desde su área de conocimiento abordar el estudio de los medios de comunicación y las nuevas tecnologías (Gutiérrez y Hottmann, 2006)

Actualmente se observa un sesgo en favor de los enfoques tecnológicos se habla de “alfabetización digital” reduciendo la integración curricular a las TIC’s, la introducción y utilización de ordenadores en los centros educativos.

Los objetivos y contenidos de la Educación para los Medios han de incorporarse en lo que se conoce como competencia digital, que constituye uno de los ocho dominios de competencias clave consideradas por la Unión Europea como necesarias para un aprendizaje a lo largo de toda la vida. Asimismo, el desarrollo del espíritu crítico es uno de los objetivos de la educación obligatoria, ante los mensajes que reciben y elaboran.

Desarrollando destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos con base en la preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación,

Para la competencia digital existen dos posturas que pueden dificultar la propuesta integradora de Educación para los Medios o para la competencia digital. Los que ven cómo la atención se centra en las TIC’s y la enseñanza en el manejo del ordenador e Internet, reaccionan a la defensiva aferrándose a los viejos paradigmas de alfabetización mediática, sin capacidad de absorber los cambios producidos en las tecnologías de la comunicación. Por otra parte, hay quienes abogan por su introducción masiva en la enseñanza y parecen olvidar la tradición de la educación y las investigaciones sobre su potencial didáctico ya realizadas. Proponen su incorporación como herramientas de aprendizaje sin plantearse los posibles inconvenientes y la necesidad de una educación paralela para los nuevos medios.

En los medios de comunicación de masas predominaba la educación para la recepción crítica. La transformación que han sufrido con la digitalización y las nuevas tecnologías aumentan la capacidad de producción, así como la emisión de mensajes. Gutiérrez (2003) propone la creación multimedia como principio básico de la alfabetización, también como estrategia para la formación del profesorado en TIC's, ya que aprender a escribir multimedia es una de las formas más eficaces de adquirir la capacidad de leer multimedia.

Se requiere que el profesorado sea capacitado en el uso y manejo de TIC's. Las autoridades educativas han aplicado programas para formar y capacitar a los docentes, pero estos no lo aplican en su actividad profesional, muchos de ellos lo han visto como una imposición de las autoridades educativas y no como una oportunidad de poder hacer frente a esos cambios. Sí se les capacita en el uso y manejo de las TIC's, pero no se tiene la infraestructura suficiente para aplicarlas, esta estrategia será casi nula.

En la formación del profesorado existe un sesgo hacia la capacitación tecnológica. Saber manejar los nuevos equipos es necesario, se incluye en todos los estudios sobre formación en TIC. Pero priorizan los contenidos técnicos e instrumentales en la educación y en la formación del profesorado. Tanto en la formación de los alumnos como de los profesores, el énfasis debería estar en la reflexión sobre la presencia de las TIC en nuestra sociedad, sobre su influencia en nuestras vidas, sus ventajas e inconvenientes, etc. Las destrezas de manejo de equipos y programas cuentan con más probabilidades de darse fuera del aula.

Bautista (2000) ofrece una serie de contenidos propios de la capacitación docente:

- Contenidos relacionados con la dimensión económico-laboral de la tecnología.
- Elementos vinculados en la dimensión político-gubernamental del desarrollo tecnológico.
- Contenidos derivados de la dimensión socio-cultural del desarrollo seguido por la tecnología.

Este tipo de contenidos, además de formar al profesor como persona y como ciudadano del mundo, devuelven a los educadores el papel de protagonismo que merecen en la construcción social. También deben tomar la iniciativa las instituciones de formación docente, para determinar la mejor forma de utilizar las nuevas tecnologías en el contexto de las condiciones culturales, económicas y de las necesidades educativas de su país. (UNESCO, 2004)

Gutiérrez (1997) señala tres importantes dimensiones de la formación del profesorado en TIC:

- Conocimientos y competencias sobre las posibilidades de las TIC como recursos didácticos, tanto en las aulas como en sistemas de educación a distancia, educación no formal e informal: potencial didáctico de las TIC.
- Conocimiento del currículum oculto, de las implicaciones y consecuencias de las TIC, tanto en el aprendizaje intencionado, propio de la educación formal, como en la educación informal que proporcionan los medios de masas: potencial educativo de las TIC
- Conocimiento de los contextos: la realidad escolar donde se utilizan como recursos, la realidad social, donde funcionan la institución escolar y los medios como agentes educativos.

La investigación educativa debe ir avanzando tanto en el desarrollo de la integración curricular de las TIC, como en la formación del profesorado (Moreno y otros, 1999).

Alvares-Gayou (2003) menciona que el modelo más coherente para el nuevo paradigma de Educación para los Medios es técnico-científica, práctico-deliberativa, y educativa crítica emancipadora, para Gutiérrez (1997) la más adecuada es la educativa-crítica-emancipadora. La investigación-acción que propone el nuevo paradigma de educación digital debería ser: cercana, participativa y “educativa”, crítica además de transformadora, abierta e interdisciplinar.

Los componentes de la comunidad educativa (profesores, padres, alumnos) se convierten en participantes activos de todas las fases del proceso de investigación haciendo de su participación una experiencia de aprendizaje educativa. Sin embargo, cabe mencionar que son pocos los padres que participan en el proceso de investigación o únicamente ayudan a su hijo a obtener la información y no participan con él en el análisis de la misma.

Se analiza la realidad educativa y social, se buscan soluciones para transformarla en algo mejor para todos: un análisis crítico que se encamine al cambio de las prácticas educativas, de los entendimientos educativos y de los valores de las personas que intervienen en el proceso, así como de las estructuras sociales e institucionales. (Carr y Kemmis, 1988).

La investigación en Educación para los Medios debe estar abierta a participantes de diversos campos, como la educación, las grandes empresas multimedia, los expertos en TIC, los sociólogos, las asociaciones de consumidores de productos mediáticos, los

políticos, etc. La colaboración entre los distintos sectores aumenta las posibilidades de transformación y mejora.

se han incluido propuestas por separado para la enseñanza obligatoria, la formación del profesorado y la investigación educativa, sin embargo, estos ámbitos son complementarios entre sí e inseparables dentro de una política educativa y tecnológica global e integradora imprescindible para la integración curricular de las TIC, para humanizar la tecnología al servicio de la educación, con ello, pasar de la sociedad de la información a una sociedad del conocimiento donde la calidad de los sistemas educativos sea una prioridad en los planes de progreso económico y social.

Conclusión

Las reformas educativas de la última década del siglo XX revisan algunos elementos conductistas y aportan algunas ideas cognitivas. El aprendizaje constructivo y significativo, objetivos por capacidades, evaluación por capacidades. Están centradas en el qué y en el cuánto se aprende. El modelo teórico es el de enseñanza-aprendizaje. La transversalidad en los valores es más teórica que real.

Los esfuerzos que se están realizando para medir los procesos de innovación pueden constituirse en una importante experiencia y aporte, para el diseño y construcción de indicadores de la Sociedad del Conocimiento. El conocimiento es una capacidad cognoscitiva por lo que los avances para la creación de una Sociedad del Conocimiento pueden darse en la medida en que se incrementen esas capacidades cognitivas. Esto lleva a centrar la atención en los procesos de aprendizaje tanto a nivel individual, organizacional como colectivo.

La UNESCO considera que las sociedades del conocimiento tienen la “capacidad para identificar, producir, tratar, transformar, difundir y utilizar la información...” con la finalidad de aplicarlos al desarrollo humano. Asimismo, el concepto de sociedad del conocimiento es más amplia que los de tecnología y capacidad de conexión; porque éstas últimas sólo cobran sentido si propicia el desarrollo de sociedades del conocimiento y se asigna como finalidad el desarrollo del ser humano. La UNESCO considera que las sociedades del conocimiento “abren camino a la humanización del proceso de mundialización”.

Existe la problemática de que solamente el 11% de la población mundial tiene acceso a Internet. Es la brecha digital que surge por diversas causas como: no disposición de corriente eléctrica, el costo de las telecomunicaciones es elevado, los ordenadores son onerosos, la familiarización con los instrumentos informáticos exige tiempo. La

exclusión de la información que se refiere a la brecha cognitiva y se relaciona con los obstáculos educativos, culturales y lingüísticos.

Los cambios se llevan a cabo rápidamente y los conocimientos, las técnicas y las instituciones se vuelven obsoletas en poco tiempo; por lo que resulta necesario determinar en qué medida lo nuevo puede sentar bases duraderas, las sociedades del aprendizaje tienen que buscar la armonía de la cultura de la innovación con una visión a largo plazo.

Una misma invención puede ser una innovación en una sociedad, pero no en otra. La innovación exige tiempo para desarrollarse plenamente, por ejemplo, el uso generalizado de la informática se encontró con el recelo de los adultos, mientras que los niños y los jóvenes supieron utilizarla espontáneamente.

Actualmente se toma en cuenta al público en la industria, las ciencias y las técnicas. Éste es importante en las sociedades del conocimiento, porque es un componente de la innovación, y es un “contribuyente” de diferente procedencia. En el decenio de 1960-1970, las innovaciones técnicas se produjeron en proyectos tecnológicos como la conquista del espacio, trenes de alta velocidad, programas nucleares, etc.). El Estado suministraba fondos para la investigación y era su principal usuario; ese modelo de función impulsora corresponde menos a la dinámica de la innovación del decenio 1990-2000, salvo en el ámbito militar y nuclear. Recientemente, los progresos de la informática y la generalización de Internet han puesto de manifiesto la nueva interacción entre los proyectos técnicos y los usos del público.

Una sociedad del aprendizaje no puede ser una sociedad únicamente de información, se requiere el aprendizaje que les permite esperar que sea posible asimilar el cúmulo de nuevos conocimientos que se producen periódicamente. El fenómeno del aprendizaje está destinado a generalizarse en todos los niveles, y también está llamado a estructurar la organización del tiempo, del trabajo y la vida de las instituciones. Esa evolución ilustra un cambio de paradigma: la educación o aprendizaje ya no se limitan a un espacio-tiempo determinado y definitivo, debe continuar a lo largo de toda la vida y el ser humano vuelve a ocupar un lugar esencial en la adquisición y comunicación permanentes del conocimiento.

Las sociedades del aprendizaje tienen que permitir a todos: estudiantes, trabajadores en formación, postgraduados, docentes e investigadores, estar actualizados. El problema consiste en que los conocimientos carecen de unidades de medición objetivas, y afecta también la remuneración de los empleos. Se acaba dando prioridad a la realización de resúmenes, con lo cual se acostumbra al educando a recorrer superficialmente los contenidos, en vez de analizarlos. El procedimiento de cuestionarios con respuestas

múltiples ha llevado a la evaluación a extremos lamentables. Al generalizar la evaluación de los conocimientos, las instituciones educativas corren el riesgo de convertirse en supermercados que despachan informaciones o rutinas cognitivas estandarizadas.

Bibliografía:

ÁLVAREZ-GAYOU JURGENSON, J. L. (2003): Cómo hacer investigación cualitativa.

Fundamentos y metodología. Barcelona: Paidós.

<https://mayestra.files.wordpress.com/2013/03/bibliograf3ada-de-referencia-investigac3b3n-cualitativa-juan-luis-alvarez-gayou-jurgenson.pdf>

CARR, W. y KEMMIS, S. (1988): Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado. Barcelona: Martínez Roca.

<http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewArticle/718>

BAUTISTA GARCÍA-VERA, A. (2000): "Tres temas tecnológicos para la formación del profesorado", en Revista de Educación, n.º 322, pp. 167-188.

GUTIÉRREZ MARTÍN, A. (1997): Educación multimedia y nuevas tecnologías. Madrid: Ediciones de la Torre.

<http://bscw.ual.es/pub/bscw.cgi/d213140/Art%C3%ADculo%20GUTI%C3%89RREZ%20MART%C3%8DN%20%281997%29.pdf>

GUTIÉRREZ MARTÍN, A. (2003a): Alfabetización digital. Algo más que ratones y teclas. Barcelona: Gedisa.

GUTIÉRREZ MARTÍN, A. y HOTTMANN, A. (2006): Media Education Across the Curriculum. Berlín: Kulturring in Berlin.

Gutiérrez. A. (2007). Integración curricular de las TIC y educación para los medios en la sociedad del conocimiento. Revista Iberoamericana de Educación. Universidad de Valladolid, España. No. 45, pp. 141-156

MORENO SÁNCHEZ, E. y OTROS (1999): "La investigación-acción colaborativa: ¿un eslogan o una necesidad?", en Revista de Educación, n.º 1, 1999, pp. 177-189.

Román, M. (s/f). Un nuevo currículum para la sociedad del conocimiento. De la escuela que enseña a la escuela que aprende. Departamento de Didáctica y Organización escolar, Universidad Complutense de Madrid, España.

TREJO DELARBRE, R. (2006): Viviendo en El Aleph. La sociedad de la información y sus laberintos. Barcelona: Gedisa. <http://raultrejo.tripod.com/Libros/Aleph%20presentacion.htm>

UNESCO (2004): Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente. Montevideo: Trilce.

La Responsabilidad Social y el papel de las Instituciones de Educación Superior

Área de conocimiento: Ciencias económico-administrativas.

Edim Martínez Rodríguez ¹, Leisdy Gutiérrez Olmos² y Matilde Gómez Méndez³

¹² Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 191, edim_martinez_rodriguez@hotmail.com

¹³ Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 149, leisdy_olmos@yahoo.com.mx

¹⁴ Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 188, matilde_gomezmendez@yahoo.com.mx

RESUMEN.

Desde las directrices sobre educación superior de la UNESCO diferentes Instituciones de Educación Superior (IES) han resaltado la importancia de adoptar en sus diferentes programas educativos el tema con el fin de que a través de su práctica cotidiana, investigación y participación con su entorno con los distintos actores involucrados brinden opciones que permitan a la sociedad dar respuesta a sus problemas y necesidades, es decir las IES deben verse como una institución que reflexiona y aplica como parte de sus funciones sustantivas y adjetivas la práctica cotidiana de su actuar en la sociedad e influye en su entorno social y resaltar su compromiso de contribuir al desarrollo económico de la sociedad en su conjunto. Siendo las universidades las primeras llamadas en este tema de importancia social, ya que son estas las que formarán profesionistas que se integrarán al campo laboral, para resolver las problemáticas que afectan al contexto global.

PALABRAS CLAVES: Responsabilidad Social, Instituciones de Educación Superior.

Introducción

La década pasada fue marcada por escándalos empresariales, así como por una crisis, la más grave desde el 29 según algunos economistas lo que ha llevado a universidades a

¹² Profesora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Ecatepec,

¹³ Profesora de asignatura del Centro Universitario UAEM Ecatepec

¹⁴ Coordinadora de Derecho del Centro Universitario UAEM Ecatepec

considerar la integración en sus programas de estudio el tema de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE). El esfuerzo inició en universidades cuyos programas de posgrado enfocados a la formación que toman las decisiones en las empresas, consideraron urgente y necesario concientizar a los futuros ejecutivos de la importancia que tiene la RSE, así como el impacto que generan en ellas y en su entorno las “malas” decisiones (Martínez y García, 2012). Por lo anterior las Instituciones de Educación Superior (IES) tienen el deber de servir con la máxima calidad a la comunidad y no tan sólo formar profesionales, sino también investigar sobre el proceso de educación y dotar a las personas de la comunidad universitaria de valores éticos, de responsabilidad con la sociedad, apoyando en la formación, el desarrollo personal y la participación social, por ello existe una imperante necesidad de formar en los estudiantes competencias que les permita generar en ellos el cambio que requieren las distintas organizaciones a través de las diferentes directrices (UNESCO, 1998).

Con base a lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo destacar la importancia que tienen las IES con respecto a la RSE con el fin de que en ellas se promueva el desarrollo de competencias en los estudiantes para que, al incorporarse en el mercado laboral éstas puedan aplicarse de forma cotidiana en las distintas organizaciones.

Desarrollo

La Conferencia Mundial sobre la Educación Superior llevada a cabo el 09 de octubre de 1998 menciona que, en los albores del nuevo siglo, se observan una demanda de educación superior sin precedentes, acompañada de una gran diversificación de la misma, y una mayor toma de conciencia de la importancia fundamental que este tipo de educación reviste para el desarrollo sociocultural y económico, lo cual implica una transformación y expansión sustanciales de la educación superior, la mejora de su calidad y su pertinencia y la manera de resolver las principales dificultades que la acechan, exigen la firme participación no sólo de gobiernos e IES sino también de todas las partes interesadas, comprendidos los estudiantes y sus familias, los profesores, el mundo de los negocios y la industria, los sectores público y privado de la economía, los parlamentos, los medios de comunicación, la comunidad, las asociaciones profesionales y la sociedad, y exigen igualmente que las IES asuman mayores responsabilidades para con la sociedad y rindan cuentas sobre la utilización de los recursos públicos y privados, nacionales o internacionales, subrayando que los sistemas de educación superior deberían: aumentar su capacidad para vivir en medio de la incertidumbre, para transformarse y provocar el cambio, para atender las necesidades sociales y fomentar la solidaridad y la igualdad (UNESCO, 1998).

Si bien menciona Vallaey que el mundo empresarial acoge desde algún tiempo el concepto de responsabilidad social, su reflexión en el ámbito universitario recién ha comenzado. El paradigma de la Responsabilidad Social Universitaria supera el enfoque de la “proyección social y extensión universitaria” apuesta por una reflexión integral de la Universidad como institución académica que influye en el entorno social, la cual es entendida como la dimensión ética que toda organización o institución incluye como visión y promueve en su actividad diaria. Por lo tanto la Universidad debe tratar de

superar el enfoque de la "proyección social y extensión universitaria" como 'apéndices' bien intencionados a su función central de formación estudiantil y producción de conocimientos, para asumir la verdadera exigencia de la Responsabilidad Social Universitaria, la cual implica una visión holística, articular las diversas partes de la institución en un proyecto de promoción social de principios éticos y de desarrollo social equitativo y sostenible, para la producción y transmisión de 'saberes' responsables y la formación de profesionales ciudadanos igualmente responsables (Vallaes, 2013; 3).

Así mismo menciona Ruiz y Soria (2009; 2) que la función de la Universidad y la sociedad tradicionalmente se enmarcaba en aspectos tales como la educación, la relación de Universidad - empresa o la investigación, sin embargo en la actualidad podemos destacar que la labor universitaria puede llegar a influir y tener presencia en diferentes ámbitos de la sociedad, es generadora de empleos e influye en los mismos, mantiene una estrecha relación con sus públicos internos, se integra en la sociedad de la que participa, toma parte en procesos económicos y de toma de decisiones locales y regionales, difunde el conocimiento y potencia la investigación entre otros ámbitos de influencia. Es por esta relación por la que la Responsabilidad Social en la universidad adquiere sentido y presencia. Por lo anterior las Universidades deben gestionar la Responsabilidad Social de sus actuaciones, sin olvidar la comunicación de las mismas, para ser generadoras de valores positivos para la sociedad y para ellas mismas. Debe existir un equilibrio entre el discurso y la acción, una implicación efectiva en el desarrollo sostenible, en la gestión responsable, en la integración en la sociedad, en el respeto a los derechos humanos, en la igualdad de oportunidades, sometiéndose a controles y normativas que garanticen una correcta actuación en la sociedad en la que se integra.

En este mismo sentido menciona ANUIES (2012) que la Responsabilidad Social de la educación superior, la ciencia y la tecnología debe ser considerada en todas las funciones sustantivas de las IES; la cual comprende una gestión institucional eficiente, transparente y responsable en la utilización de los recursos que la sociedad les otorga. La Responsabilidad Social conlleva, ante todo, ofrecer educación de calidad en todos los programas educativos, por lo que la calidad es un componente inseparable de este atributo. También entraña para las instituciones una responsabilidad con los estudiantes, con sus familias y con sus comunidades locales. En el mundo global en el que hoy vivimos, las IES deben articularse de manera más estrecha con lo local, es decir, con las necesidades de desarrollo social que se presentan en los ámbitos municipal, metropolitano, estatal y regional, pues las instituciones tienen un gran potencial para establecer alianzas estratégicas con los actores locales: autoridades públicas, sector productivo, grupos sociales, organizaciones no gubernamentales, entre otras entidades u organismos. Para la ANUIES es imprescindible que todas las IES hagan énfasis en su interacción con el entorno local, para lo que debe darse un renovado impulso a la articulación entre las instituciones y los actores económicos y sociales a fin de impulsar las prioridades de desarrollo, como la recuperación del crecimiento, la creación de empleos estables y dignos y la articulación de sistemas integrados de formación, investigación y desarrollo tecnológico.

Por lo cual la operación de la responsabilidad de las instituciones de los distintos subsistemas (Universidades públicas, instituciones tecnológicas, escuelas normales e IES particulares) permitirá observar y evaluar el papel social que ellas cumplen en los ámbitos nacional, regional y local. Y con ello el criterio de Responsabilidad Social de la educación superior debe constituirse, por tanto, en uno de los ejes centrales del programa sectorial educativo que oriente las acciones de la Administración Federal en México para el periodo 2012-2018, así como de los planes de desarrollo de las IES.

Por lo tanto, de acuerdo con el criterio de Responsabilidad Social, las instituciones están obligadas a brindar alternativas de solución a los problemas complejos que enfrenta el desarrollo del país, con una atención prioritaria a las necesidades regionales y locales. Los programas y las acciones institucionales e interinstitucionales de vinculación constituyen elementos estratégicos que habrán de fortalecerse en el ejercicio de todas las funciones sustantivas, a fin de que el resultado último sea lograr una mayor integración de la educación superior en la sociedad (ANUIES, 2012).

Hace mención Font, Gudiño, Medina y Sánchez (2010; 63) que, a partir de principios del nuevo siglo, la responsabilidad social comienza a institucionalizarse a nivel mundial de manera creciente, no sólo a nivel empresarial sino también a nivel de gobierno. Parte fundamental de las instituciones es en la Educación Superior y se menciona que en la declaración de 1998 de la UNESCO, que las Instituciones de Educación Superior deben reforzar sus funciones de servicio a la sociedad, más concretamente, sus actividades orientadas a la erradicación de la pobreza, de la intolerancia, de la violencia, del analfabetismo, del hambre, contra el deterioro del medio ambiente además en oposición a las enfermedades, principalmente a través de un enfoque inter y transdisciplinar para analizar los problemas y las cuestiones planteadas.

En el contenido de la declaración se menciona que las IES tienen el deber de servir con la máxima calidad a la comunidad, y no tan solo formar a profesionales si no también investigar sobre el proceso de educación, dotar a las personas de la comunidad universitaria de valores éticos, de responsabilidad hacia su deber con la sociedad, apoyando en la formación el desarrollo personal y la participación social. Sin embargo menciona Gudiño y Sánchez (2007; 64) que en México la responsabilidad social no se ha generalizado aparentemente por varias razones: poca información disponible; considerarse una moda o una actividad de mercadotecnia, en particular de relaciones públicas; considerarse un lujo de las grandes empresas, seguir con el viejo paradigma de que la responsabilidad de una organización es crear trabajo, cumplir leyes, dar dividendos además de continuar con la idea de que el desarrollo social de una comunidad es responsabilidad del gobierno. Por lo que las IES deben avanzar en la configuración de una relación más activa con sus contextos. La calidad está vinculada a la pertinencia y la responsabilidad con el desarrollo sostenible de la sociedad. Ello exige impulsar un modelo académico caracterizado por la indagación de los problemas en sus contextos; la producción y transferencia del valor social de los conocimientos; el trabajo conjunto con las comunidades; una investigación científica, tecnológica, humanística y artística, fundada en la definición explícita de problemas a atender, de solución fundamental para el desarrollo del país o la región, el bienestar de la población; una activa labor de divulgación, vinculada a la creación de conciencia

ciudadana sustentada en el respeto a los derechos humanos y la diversidad cultural; un trabajo de extensión que enriquezca la formación, colabore en detectar problemas para la agenda de investigación y cree espacios de acción conjunta con distintos actores sociales, especialmente los más postergados (CRES, 2008; 96).

En este mismo sentido menciona Castañeda (2007; 101) que dado que la universidad se encuentra inmersa en la sociedad en la relación dinámica con ésta, en un dialogo permanente y reciproco, cabe señalar que esta cumple una función social, en consecuencia tenemos que la actividad universitaria no puede centrarse exclusivamente a la práctica académica, sino a que la gestión socialmente responsable de la universidad se traduzca en suma de esfuerzos colectivos, que implican la gestión de la organización misma, de la formación académica, de la producción del saber y de la participación, orientada al desarrollo humano sostenible, en virtud de lo cual involucra diferentes actores sociales y matices tanto económicos, sociales, éticos y filosóficos. Por lo anterior es importante resaltar que diversos autores han realizado diversas aportaciones al papel que deben desempeñar las IES con respecto a la formación e integración de estas acciones dentro del contexto en el cual se desarrollan (ver tabla 1.1).

Tabla 1.1 El papel de las Instituciones de Educación Superior con respecto a la Responsabilidad Social Empresarial

Autor	El papel de las IES con la RSE
Conferencia Mundial (1998)	Atención a las necesidades sociales y fomentar la solidaridad y la igualdad
Vallaey (2013)	Formación de ciudadanos responsables
Ruiz y Soria (2009)	Gestión de la RSE en sus actuaciones
ANUIES (2012)	Considerarse como una función sustantiva
Font, Gudiño, Medina y Sánchez (2010)	Servicio a la sociedad
Castañeda (2007)	Gestión con diversos actores involucrados

Fuente: elaboración propia a partir de Conferencia Mundial (1998), Vallaey (2013), Ruiz y Soria (2009), ANUIES (2012), Font, Gudiño, Medina y Sánchez (2010) y Castañeda (2007). México, D.F 2013.

Por lo que el papel de las IES derivado de sus acciones sustantivas y adjetivas deben estar necesariamente vinculadas a los diagnósticos de las necesidades que se derivan de la sociedad para que con ello articular programas, proyectos, investigaciones y soluciones derivadas de un ejercicio razonable que permita alcanzar mejores niveles de desarrollo y la práctica cotidiana de acciones que permitan disminuir las problemáticas que se presentan tanto en la comunidad universitaria como en el entorno en el cual se encuentra la universidad, con ello involucrar a los distintos actores y sujetos sociales que contribuyan a la disminución de la problemática social, cultural, económica y de salud a través de la participación activa de la comunidad universitaria.

Por lo tanto compete a las Universidades promover la Responsabilidad Empresarial, la Responsabilidad Social Científica y la Responsabilidad Social Ciudadana, que nos permita reflexionar acerca de los impactos del conocimiento, los valores y comportamientos que promueve la Universidad, así como instituir la Responsabilidad Social de la ciencia gracias a una gestión social del conocimiento para todos los actores sociales, que tenga como finalidad la construcción de una ciudadanía informada, responsable y participativa, que responda ante la injusticia, la insostenibilidad, la violencia y la corrupción (Gasca y Olvera, 2011;37).

Conclusiones.

Con base a lo anterior es necesario que en las distintas IES se incorpore como un tema fundamental la responsabilidad social y empresarial, que pueda ser aplicada ya como una práctica cotidiana, esto solo puede ser posible a través de profesionales que puedan incorporar estas prácticas a través de distintos modelos acordes al contexto de cada organización y siguiendo en su caso la normatividad diseñada para ello, por lo que las IES como fuentes generadoras de conocimiento deben resolver los problemas que enfrenta la sociedad, mediante la incorporación ética en el cumplimiento de cada una de sus funciones universitarias y dentro de ellas la Responsabilidad Social que conducirá a asumir una serie de desafíos y a superar las expectativas de la beneficencia o filantropía, a proyectarse como una institución que establece vínculos para atender las necesidades cambiantes de la sociedad así como contribuir al desarrollo y bienestar de la sociedad y del país en general.

Referencias Bibliográficas

- ANUIES (2012) Inclusión con Responsabilidad Social. Una nueva generación de políticas de educación superior / integrantes del Grupo de Trabajo Rafael López Castañares [et al.] – México, D.F.: ANUIES, Dirección de Medios Editoriales, 2012.
- Castañeda, G.; Ruiz, M.; Viloria, O.; Castañeda, R.; Quevedo, Y. (2007) El rol de las universidades en el contexto de la responsabilidad social empresarial. *Negotium*, noviembre, año/vol. 3, número 008. Fundación Miguel Unamuno y Jugo, Maracaibo, Venezuela.
- Font, I., Gudiño, P., Medina, C., y Sánchez, A. (s/r). Responsabilidad Social Empresarial en América Latina: un panorama general. Administración y Organizaciones, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco.
- Gasca, E. y Olvera, J. (2011). Construir ciudadanía desde las Universidades, Responsabilidad Social universitaria y desafíos ante el siglo XXI *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales* [en línea] 2011, 18 (Mayo-Agosto): [fecha de consulta: 8 de mayo de 2013] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10516855002>> ISSN 1405-1435
- Gudiño, P. y Sánchez, A. (2007). La Nueva Economía y las estrategias de mercadotecnia. UAM, México.
- Martínez, E., García, L. (2012) Panorama de la enseñanza de responsabilidad social empresarial en las instituciones de educación superior en México e Iberoamérica. *Gestión y estrategia* Núm. 41, Enero / Junio 2012.
- Ruiz y Soria (2009) Responsabilidad Social en las Universidades de España. *Razón y palabra, Relaciones Publicas* no. 70.
- UNESCO (1998). Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción y marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior, disponible en http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm, consultado el 06 de mayo de 2013.

Vallaes, F. (2013) La Responsabilidad Social de la Universidad, Palestra Portal de Asuntos Públicos de la PUCP, disponible en: <http://aiesmin.unsl.edu.ar/responsabilidad.pdf>, consultado el 06 de mayo de 2013.

Sociedad del conocimiento

Área de conocimiento: Educación en TIC.

Edim Martínez Rodríguez ¹, Leisdy Gutiérrez Olmos² y Matilde Gómez Méndez³

15 Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 191, edim_martinez_rodriguez@hotmail.com

16 Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 149, leisdy_olmos@yahoo.com.mx

17 Universidad Autónoma del Estado de México Centro Universitario UAEM Ecatepec, José Revueltas no. 17 Col. Tierra Blanca, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55020 Tels. 57873626 ext. 188, matilde_gomezmendez@yahoo.com.mx

RESUMEN.

El conocimiento basado en la innovación, la integración de experiencias, valores, información, así como saber hacer, esto ha servido a las prácticas globalizadas, creando una segunda revolución de la información (espacio y tiempo), modificando los conceptos para interpretar información mediante las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como un factor de cambio social. La fuente de ventaja competitiva serán la innovación a través de investigación, desarrollo y surgimiento de nuevas ideas de cómo hacer un producto o servicio en menos tiempo o crear algo, por lo tanto, la innovación tiene que ser uno de los ejes primordiales para el desarrollo del conocimiento, de forma teórica puesta en práctica, para hacer frente a los cambios de la economía actual.

PALABRAS CLAVES: Conocimiento, Innovación, Tecnologías de Información y Comunicación.

¹⁵ Profesora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Ecatepec,

¹⁶ Profesora de asignatura del Centro Universitario UAEM Ecatepec

¹⁷ Coordinadora de Derecho del Centro Universitario UAEM Ecatepec

Introducción

El conocimiento ha sido generado por el hombre desde el inicio de la vida misma, para vencer los obstáculos que se le han presentado, desde sus inicios con la aparición de la agricultura que lo hizo sedentario, hasta la actualidad, ya que el conocimiento es sin duda alguna el factor fundamental en el surgimiento de los nuevos factores tecnológicos que han eliminado las distancias geográficas, para compartir, almacenar, recuperar y consultar conocimiento.

Uno de los retos más importantes es el de regir la vida mediante ciclos, creando mecanismos que puedan controlar el tiempo, con la invención de herramientas a finales de la edad media, creando así el reloj, teniendo como beneficio el poder estar en un lugar en el tiempo adecuado.

La transformación ha sido emergente en cuanto al conocimiento ya que los cambios han sido drásticos desde la producción agrícola, los cambios de la sociedad industrial, donde los factores claves de la primera es la tierra y de la segunda el trabajo además del capital.

Con la aparición de la revolución industrial no solo se mecanizaban los talleres, se crearon nuevas teorías económicas, que ayudaban a separar la tierra, capital y el trabajo, siendo estos dos últimos tan distantes, pero a la vez unificados para la creación de riqueza. Los procesos económicos estaban enfocados por el intercambio de bienes.

Teniendo así una nueva revolución del conocimiento donde las personas poseen el conocimiento y no puede ser comprado con dinero ni creado por capitales de inversión. Existiendo dos diferentes tipos de sociedades: trabajadores del conocimiento y trabajadores convencionales de servicio.

Desarrollo.

Las nuevas tecnologías aprovechan de una manera muy tangible la aplicación de la información en cuanto a su almacenamiento, distribución y aprovechamiento a lo que existía en el pasado. En cuanto a la producción se ha ido transformando los procesos si recordamos los talleres fueron remplazados por la revolución industrial y después por la energía, automatizando éstos, en la actualidad se supone un reemplazo por computadores interconectados que procesen información.

Esto no implica que las personas serán sustituidas, sino más bien, se tienen trabajadores con nuevas capacidades y distintas ventajas competitivas.

Se tiene que tener en cuenta que con las nuevas tecnologías se tiene comunicación de manera masiva e interactiva vinculando a las personas en transformadores del ámbito político, cultural y de entretenimiento.

Si bien lo descrito anteriormente requiere de nuevos trabajadores, consumidores y ciudadanos, la educación no puede quedar estancada en esta cuestión, ya que se tiene

que ocupar las nuevas tecnologías para hacer frente a la demanda mundial en cuestiones pedagógicas.

Estamos situados ante un proceso de transformación muy significativo que afectará a todas las poblaciones, el cambio será de acuerdo al aprovechamiento que se tenga de acuerdo a las capacidades para recibir las ventajas y reducir los conceptos negativos.

Anteponiendo que la sociedad del conocimiento no afectará de igual manera a Latinoamérica, así como a los países desarrollados, ya que no se cuenta con la infraestructura deseada para hacer frente a las nuevas demandas tecnológicas.

Además, que la nueva revolución y la difusión de las TICs altera las distancias geográficas teniendo una percepción de espacio-tiempo diferente, pudiéndonos comunicar con gente al otro lado del mundo, con la ayuda de las herramientas necesarias, sin dejar a un lado el concepto que no todos pueden tener al alcance de su mano las tecnologías para hacer uso de ellas. Mencionando también que no todos los que cuentan con las herramientas hacen uso de ellas de forma adecuada aprovechando todos sus beneficios.

También es bien sabido que en los países desarrollados se tiene un acceso permanente y la transmisión es la adecuada, mientras que en Latinoamérica el acceso es limitado de muy mala calidad, impactando esto en el esparcimiento de la sociedad del conocimiento. Si bien esta nueva sociedad desplaza a la industrializada lo hace de manera paulatina por las razones de infraestructura, capacidad y adecuación en los diferentes países y más aún en los diferentes sectores poblacionales.

Como lo menciona David y Foray (2002), es importante destacar que la información tiene un costo muy bajo por el uso de las tecnologías comparado con el conocimiento que cuesta más el transmitir una idea a otro individuo. Utilizando los datos codificados y transferidos de una manera muy rápida, mientras que el conocimiento cognoscitivo es algo más abstracto que tiene que ser transmitido cara a cara. Ellos mencionan que la “economía del saber” es desarrollada cuando se produce, se crea, se transforma o intercambian conocimientos con la ayuda de las tecnologías y la comunicación. Afirma que el conocimiento y la información en diferentes aspectos pueden ser sinónimos, pero se tiene que distinguir el impacto que juega cada uno de ellos en la actualidad. Definiendo el conocimiento *“como una capacidad cognoscitiva y a la información como un conjunto de datos, estructurados y formateados pero inertes e inactivos hasta que no sean utilizados por los que tienen las capacidades necesarias para interpretarlos y manipularlos”* (Polanyi, 1966).

Para Hansson (2002) el conocimiento tiene elementos bien definidos de forma objetiva y subjetiva, estando éste justificado. Los datos requieren para ser provechosos y para que se puedan considerarse información, cognitivamente relacionados.

Mientras que Karlsson y Manduchi (2001) proponen la clasificación del conocimiento en tres categorías: 1) científico, 2) manuales y 3) empresariales. En la visión que se

desarrolló en el Manual de Bogotá (Jaramillo, Lugones y Salazar, 2000) contempla los tres tipos de conocimientos partiendo de la innovación y el desarrollo.

También es importante destacar que la sociedad de la información es la etapa previa para la sociedad del conocimiento, estableciendo que es la primera actividad para el desarrollo del conocimiento, basados en la educación y el aprendizaje significativo.

Sustentando Foray (2002) que el desarrollo de las tecnologías facilita el acceso a la información, mejora la gestión de bases de datos y posibilita el desarrollo de sistemas descentralizados para recopilar datos e intercambiar resultados.

Teniendo como factores clave en este proceso al alumno como participante activo y el docente como fuente de retroalimentación y guía, teniendo siempre las herramientas específicas con las rubricas de la evaluación, para llegar al objetivo deseado de un conocimiento cognitivo adecuado con referencia a un tema específico.

Otro factor es la motivación del alumno al realizar sus actividades teniendo una relación en el impacto de la educación ya que se tendrá que evolucionar a un autoaprendizaje, utilizando la planificación y organización de las actividades.

El factor de la eficiencia y eficacia están relacionados para trabajar juntos estos valores, trabajando menos o igual para la obtención de mejores resultados, con calidad superior.

El último factor sería el de la adaptabilidad, basado en las competencias con clave en la orientación o adaptación del alumno en lo que propone el profesor, mediante una adaptación de alumnos con conocimientos básicos superados por los alumnos con conocimientos avanzados, teniendo el docente que hacer un diagnóstico para revisar a que grupo se enfrentará y con qué características específicas, utilizando herramientas y recursos para que conforme avanza el tiempo se nivelen los alumnos y alcancen un nivel de comprensión alto y al finalizar el esperado por todo el grupo.

Se tiene que tener en cuenta que la importancia de la incorporación en los diferentes ámbitos del quehacer de los individuos con referencia a las tecnologías tiene que estar vinculado con el desarrollo de la creatividad, para hacer frente a los problemas generalizados y la solución de los mismos. Siendo los sectores públicos y privados beneficiados con las tecnologías, pero existiendo una brecha muy grande entre países y más aún entre pobladores de un mismo país, por no contar con el acceso a las tecnologías, o el poco conocimiento de su aplicación.

Comprender que los indicadores que se pueden emplear en la educación están profundamente ligados a los alumnos y los profesores, de una manera directa con la motivación, la eficacia y eficiencia, así como adaptabilidad.

Ya que la educación es dinámica y jamás se verá estática, por que el conocimiento se transforma con el paso del tiempo, dejando obsoletos algunos de los conocimientos adquiridos como leyes, es por este motivo es que los profesores tienen que estar comprometidos en estar actualizados para desarrollar cambios en la forma de transmitir el conocimiento.

Si bien las nuevas tecnologías han ayudado a desarrollar importantes cambios a nivel mundial es importante destacar que no todos los países cuentan con la misma infraestructura para hacer frente a estos cambios tecnológicos, a su implementación y desarrollo, existiendo dos grandes retos, 1) los cuales consisten en llevar información para todos de calidad para acercarnos a la sociedad del conocimiento y 2) la libertad de expresión, ya que la información está sujeta en ocasiones a manipulaciones y censuras.

La información y el desarrollo tecnológico han cobrado gran importancia en esta era de revolución vanguardista, donde es primordial el desarrollo de la sociedad del conocimiento como la “capacidad para identificar, producir, tratar, transformar, difundir y utilizar la información...” señala al UNESCO en la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (2005) teniendo como finalidad el desarrollo humano, siendo más amplia esta sociedad que la tecnología misma y la capacidad que tiene cada país para mantenerse en el universo de las redes, además que “abren camino a la humanización del proceso de mundialización”, existiendo una brecha tecnológica muy amplia entre los países desarrollados y los que se encuentran en vías de desarrollo, además que entre un mismo país entre los diferentes estados y sociedad esta brecha es muy marcada.

La sociedad del conocimiento se basa principalmente en el desarrollo humano y su autonomía, permitiendo una mejor práctica en los derechos universales, abatiendo la pobreza vinculando desarrollo y conocimiento, dando entrada a una sociedad globalizada que posee información transformándola en conocimiento para que las personas conozcan sus derechos y obligaciones así como los principios éticos para el desarrollo en sociedad, siendo “la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación” ejes que orienten a la formación humana, el pensamiento, la difusión de la cultura, la educación para tener justicia, libertad y paz.

Es importante destacar la importancia del tema de la libertad de expresión “postulado fundamental en el que descansan las sociedades del conocimiento”. Mencionado la Asamblea General de las Naciones Unidas (1997) sobre este tema que “la libertad de expresión es un derecho humano fundamental y de todas las libertades a las cuales están consagradas las Naciones Unidas”, ya que la producción de información se tiene que mantener de forma libre, con la participación de cualquier individuo interviniendo, expresando, opinando y participando, para el desarrollo de investigación científica, siendo estas actividades de cambio, crítica y confrontación para los aportes para la creación de nuevos conocimientos con la ayuda del tránsito de información, permitiendo construir una sociedad mundial de conocimiento, con diálogos que permitan relaciones grupales y su conceptualización individual sobre un mismo tema.

El libre flujo de la información ayuda en problemas no solo de carácter político sino más bien en los ámbitos de hambre en el mundo, la desigualdad y los problemas de la brecha digital existentes en los contextos de los países menos favorecidos con esta nueva sociedad del conocimiento según señala Sen Amartya (1992), construyendo instrumentos de desarrollo que ayuden a solucionar estos problemas con objetivos claros y precisos, basados en información, concientizando a la sociedad, impulsado

cambios con alianzas de libertad de expresión, conocimiento, democracia y justicia, cimientos de la Constitución de la UNESCO.

Si bien la brecha tecnológica es muy grande en el sentido que solo el 11% de la población mundial tiene acceso a Internet y el 90% de esta población vive en países desarrollados, situando un verdadero contexto de este gran problema ya que las causas pueden ser muy diversas, entre las cuales suelen destacar la falta de energía eléctrica, el costo elevado, la capacitación y adaptación a su uso, la edad, la desigualdad entre hombres y mujeres existentes en los países, la brecha cognitiva, la integridad física, la educación, la cultura y el idioma, por mencionar algunos, existiendo esta disparidad entre países y más aún entre estados, donde la infraestructura de bienes y servicios no es abarcada en su totalidad para el desarrollo humano óptimo.

La existencia de la brecha digital y las desigualdades, son conceptos que ponen en entredicho la universalidad de las tecnologías, presentando una diferencia considerable entre los países desarrollados y los que se encuentran en vías de desarrollo, en cuestiones de infraestructura, conectividad, aumentando esta desigualdad de acuerdo a la industrialización de los países. Existiendo de igual forma una desigualdad en los costos, ya que en los países de bajo ingreso los accesos a redes telefónicas hacen que las tarifas de internet sean más caras.

Uno de los objetivos principales tendría que ser la nulidad paulatina de la brecha digital para desarrollar el surgimiento de una sociedad del conocimiento completa, no siendo solo un tema de los gobiernos tendrá que existir una cooperación entre los diferentes sectores públicos y privados, asociaciones y sociedad, plasmado en el plan de acción de la Cumbre de Génova en julio de 2001, donde se menciona la importancia y la contribución de las tecnologías, pero recordando que no solo el problema es tecnológico (tarifas preferentes a los países en desarrollo, reforma de políticas fiscales, mayor liberación en telecomunicaciones y utilización de redes de manera adecuada) si no que va contextualizándose por región en diferentes temas.

Si bien las tecnologías de la información son importantes en este contexto, es de destacar que las tecnologías pasadas son un cimiento para la creación de estas nuevas, surgiendo así un estrecho vínculo para la creación del conocimiento, por ejemplo, en África aun el radio y la televisión, son los medios de comunicación más aceptado por la oralidad existente, así como por el bajo costo además del fácil acceso económico y amplitud geográfica. El principal obstáculo para el desarrollo de las sociedades del conocimiento es la desigualdad entre los países del norte y los del Sur y su participación.

Como ya se mencionó anteriormente la libertad de expresión supone la libertad de opinar, expresarse y escribir, así como la libertad de prensa, el libre acceso a la información y la libre circulación de datos e informaciones, es por tal motivo que si no existiera esta libertad la sociedad de la información no existiera o se mantendría casi invisible, teniendo como carácter el informativo, con el intercambio de ideas, discusiones orientadas y definidas, las actividades científicas y debates democráticos pueden ser fuentes para la creación de conocimientos. Teniendo como temas de debate

también la utilización de esta información en la protección de datos, la dignidad humana y el respeto, por la accesibilidad diversificada y confiable de la información.

Si bien se ha avanzado mucho en el tema de la libertad de expresión, es también reconocido que algunos temas de carácter de seguridad aun lo siguen manejando los gobiernos, manejando la información para no crear temas de discusión además que algunos temas no se pueden hacer de carácter público por que formarían cadenas de pánico o desorientación, porque se puede mal interpretar la información. Otro tema es el del terrorismo y la lucha contra éste, donde la información es un recurso estratégico que no se puede divulgar para hacer frente a la localización y bloqueo de los sitios y los causantes.

Si bien la libertad de la información garantiza democracia en las sociedades del conocimiento además de tener una relación con el derecho a una información de calidad y variedad para la creación de conceptos individuales y colectivos. Manifestando la UNESCO interés por los profesionales que hacen difusión en los medios informativos, así como la responsabilidad que se debe tener en los contenidos de calidad para aperturar el conocimiento y la tolerancia.

La constitución de Estados Unidos menciona que la libertad de expresión es el principio de la democracia, al decir que, sin libertad de expresión, ninguna sociedad puede proclamarse “libre”. No coloca límites por la falta de acuerdos entre los diferentes países y con cada cultura el debate de ideas es un regulador para saber de un tema en específico, por este motivo la protección de la libertad de expresión y la de información debe ser absoluta y no admite excepciones. Además, se menciona que no puede haber libertad de expresión sin que exista una responsabilidad correlativa, en la concepción del artículo 10 del Convenio Europeo de Derechos Humanos (2010).

Algunos de los beneficios que se obtienen de la libre circulación de la información son: la garantía de los derechos humanos, transparencia y estabilidad en el entorno económico, creación de confianza en la eficiencia de las transacciones mercantiles y el auge de la democracia. Además, que la libertad de expresión es necesaria para el desarrollo humano porque abre paso a la utilización de la información y el saber. Con la ayuda de las nuevas tecnologías los ciudadanos tienen mayor acceso a la información y el conocimiento, contando con herramientas propicias para la generación de ideas, asignación de recursos además que permiten el ejercicio de la libertad de expresión en el alcance de todos.

Conclusiones

La diferenciación de la sociedad del conocimiento y la información, en cuanto a su uso, apropiación y aplicación, mencionando Chaparro (1998) a la sociedad del conocimiento como *“una sociedad con capacidad para generar conocimiento sobre su realidad y su entorno, con capacidad para utilizar dicho conocimiento en el proceso de concebir, forjar y construir su futuro. De esta forma, el conocimiento se convierte no*

sólo en instrumento para explicar y comprender la realidad social, sino también en motor de desarrollo y en factor dinamizador del cambio social”.

Comentando que esta definición es muy amplia y engloba a la innovación como factor clave del conocimiento. Es de destacar que el conocimiento requiere de investigación y aplicación, aplicándolo en la sociedad, desarrollando redes de aprendizaje, sociedades y organizaciones, relacionando el conocimiento con su entorno para el futuro. Describiendo Chaparro (1998) que los procesos de aprendizaje social que genera el conocimiento se da en cuatro niveles: individual, organizacional, sectorial o de las instituciones sociales y de la sociedad.

El mismo menciona que éstos procesos son de complejidad creciente al pasar de un nivel a otro, desempeñando funciones diferentes en su desarrollo, en el primer nivel se puede visualizar el tema predominante es la educación la forma de medirlo se ha simplificado tomando como indicador la inversión, tanto pública como privada, en educación.

Uno de los grandes logros es la unión de las tecnologías de la información y las comunicaciones desarrollando herramientas para hacer más fácil la circulación del conocimiento y diferentes formas de interacción, así como la difusión en internet la plataforma de comunicación e intercambio flexible para abordar todos los aspectos de la sociedad generando un nuevo conocimiento.

La transformación de la información a conocimiento está unida al grado de participación de los involucrados, así como el grado de interacción que se tiene para llegar a la innovación, siendo éstas las bases para la construcción de una sociedad del conocimiento (Valenti, 2002). Siendo un gran problema no la forma de interacción, pero si la forma de evaluar la calidad de la misma y también la asimilación, siendo éste el problema de aprendizaje de manera individual, organizacional y social.

Ya que las actividades de innovación se ven reflejadas positivamente lo que permite esperar mejores resultados, esperando la formación de equipos de trabajo entre colegas en diferentes partes del mundo, analizando su contexto y la forma de abordar los temas de acuerdo a la cultura. En América Latina existen ejemplos de medición de la innovación que responden a criterios sostenidos en los Manuales de Oslo y de Bogotá (2001).

Se están realizando grandes esfuerzos para medir la innovación aportando experiencia, diseño y construcción de una sociedad del conocimiento con bases sólidas incrementando las capacidades cognitivas, haciendo énfasis especial en los procesos de aprendizaje en todos los niveles.

Referencias bibliográficas

Chaparro, F. (1998) Conocimiento, Innovación y Construcción de Sociedad: Una Agenda para la Colombia del Siglo XXI, Colciencias y Tercer Mundo Editores, Bogotá.

David, P. y D. Foray (2002), “Una introducción a la economía y a la sociedad del saber”, Revista Internacional de Ciencias Sociales (en línea) No. 171, recuperado el 23 de abril de 2011 en <http://www.oei.es/salactsi/rics171.htm>

Hansson, S. (2002) “La inseguridad es de la sociedad del conocimiento”, en Revista Internacional de Ciencias Sociales, N° 171, UNESCO, marzo. (www.unesco.org/issj)

Jaramillo, H.; Lugones, G. y Salazar, M. (2000), Manual de Bogotá –Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica para América Latina y el Caribe, OEA, Colciencias, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología - RICYT y Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología OCyT, Bogotá. (www.ricyt.edu.ar).

Karlsson, C. y Manduchi, A. (2001) “Knowledge spillovers in a spatial context – A critical review and assessment”, in Manfred Fischer and Joseph Frolich (eds), Knowledge, Complexity and Innovation Systems, Springer.

Sen, A. (1992) Inequality Re-examined [Nuevo análisis de la desigualdad], Cambridge, MA: Harvard University Press

UNESCO (2005) Hacia las sociedades del conocimiento, <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001419/141908s.pdf>

UNESCO, (2005). Informe Mundial. Hacia las sociedades del conocimiento. Ediciones UNESCO. Pág. 27-48, <http://www.unesco.org/publications>

Valenti, P. (2002) “La Sociedad de la Información en América Latina y el Caribe: TICs y un nuevo marco Institucional”, Revista CTS+I, OEI, No. 2 enero – Abril.

Applying Spatio-Temporal Analysis to Angle-Distance Views for Detection of Relevant Events

Georgii Khachaturov¹, José Antonio Espinosa de los Monteros Lizárraga², Josué Figueroa González³

Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco, Av. San Pablo 180,
Reynosa Tamaulipas, México, D.F., 02200, D.F., México.

¹xgeorge@correo.azc.uam.mx, ²jaespinosa777@gmail.com,

³jfgo@correo.azc.uam.mx

Abstract. This work deals with a virtual robot that operates in a 2D-environment populated with obstacles. Robot is supplied with a sensor that scans an angular field of view and produces an angle-distance plot. Regarding the flow of such plots as input, this work presents a processing scheme for detection of relevant events. Those, in turn, should serve for the non-Cartesian robot navigation by switching local maps in an atlas that would represent geography of the robot environment. The first step of the processing scheme transforms each plot to a string of singular points constructed as discontinuities of the first and second derivatives. On the second step, two such strings are subjected to comparison by a technique that employs the distance of Levenshtein; the distinctions between the strings lead to detection of relevant events. Special stress is put here on the algorithm of the first step and optimization of its parameters.

Keywords: non-Cartesian navigation; processing range images; map switching, Levenshtein distance.

1 Introduction

We begin from a description of how the particular problem treated in this paper is related to a wider research: the one of non-Cartesian robot navigation.

In the scope of a research program dedicated to fundamental issues of non-Cartesian navigation, we deal with a virtual robot that acts in a bi-dimensional environment populated with obstacles. Fig. 1 shows an instance of such environment; it is a supervisor's view of a scene; it shows the robot as a dark triangle at the bottom. The 'supervisor' refers to a user who controls the robot.

If the robot would be supplied with a color camera, it would see the same scene as Fig. 2 shows. However, it is assumed that the robot sensor is of a different kind: it scans all directions in a field of view and measures a distance to the first obstacle along each

direction. Finally, each distance is subjected to a functional transformation so that the final view obtained by the robot for the same scene is the one shown in Fig. 3.

Note that calling below a plot like the one in Fig.3 as '*angle-distance plot*' should not lead to confusion in spite of the fact that it is not a crude, but transformed distance.

A single supervisor's view, Fig. 1, conveys full information about geography of the environment. But robot is unable to see it and its goal is to reach an equivalent understanding of the geography, but by means of a set of views similar to that in Fig. 3.

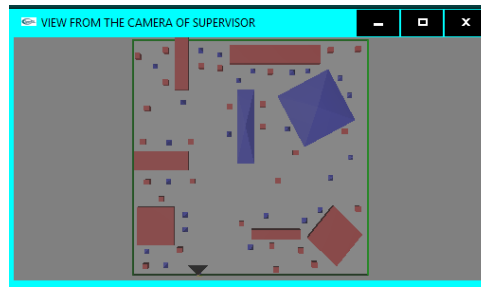


Fig. 1. An example of supervisor view of a robot environment.



Fig. 2. The robot view of the same environment; the robot is shown as a dark triangle.

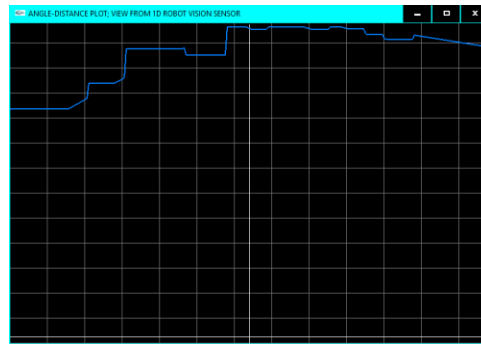


Fig. 3. The same robot view represented by an '*angle-distance plot*'.

The process of learning geography is based on the moving robot along various routes in the scene combined with interpretation of the obtained '*angle-distance*' views. It starts from an initial robot position in the scene, whereas the whole robot trajectory during learning must be continuous.

A crucial issue for this process is detection of 'relevant events', or in other words, those changes in the input flow generated by the robot sensors, which can be used as milestones for navigation. This work presents an approach to this issue.

The paper is organized as follows: Section 2 offers a review of some previous related works and the concepts treated in this paper.

Section 3 contains a development for detection of the relevant events.

Section 4 presents some specific issues developing furthermore the draft of Section 3, namely it deals with the extraction of singular points. Also it describes an optimization of parameters of the extraction algorithm.

Section 5 contains experimental results related to optimization of Section 4.

Section 6 contains a conclusion.

2 Concepts and Related Works

This Section presents some concepts and related works needed for understanding the current work.

2.1 The Levenshtein Distance

The Levenshtein distance [1] is a measure of the difference between two sequences of information, commonly applied to strings and it can be described as the minimum numbers of operations over single letters needed to convert or change one word into another. The process for obtaining this measure was developed by Vladimir Levenshtein in 1965. The definition of the Levenshtein distance between two strings a and b follows:

$$lev_{a,b}(i,j) = \begin{cases} \max(i,j) & \text{for } i = 0 \text{ or } j = 0; \text{ otherwise:} \\ \min \begin{cases} lev_{a,b}(i-1,j) + 1 \\ lev_{a,b}(i,j-1) + 1 \\ lev_{a,b}(i-1,j-1) + 1_{(a_i \neq b_j)} \end{cases} \end{cases} \quad (1)$$

where $1_{(a_i \neq b_j)}$ is a function equal to 0 when $a_i = b_j$ and to 1 otherwise. Here i and $j \geq 0$ run indexes of symbols in respective strings. So this formula determines recursively all elements of a rectangle matrix. The Levenshtein distance is mainly used in detecting plagiarism in text or codes [2] and recently in dialect analysis [3], some uses of this technique related with image processing can be found in [4]. Here it is applied to the strings constructed as a coded form of the angle-distance plot.

2.2 Non-Cartesian navigation

Navigation for humans and animals does not assume pointing the goal as a point in a Cartesian space. The attempts to understand how the human brain tackles the navigation tasks have been undertaken in numerous works, during several decades mainly in psychology. The first mathematically strict model of non-Cartesian navigation was proposed by Khachaturov, [5]. Other works on this topic are [6], [7], [8].

The model presented in [5] (so called GT-model) is formed by two graphs, one of which represents geographic structure of a corresponding environment, meanwhile another is responsible for representation of robot knowledge of the kind "behavioral cause - sensorial consequence". It was shown that a navigational problem is reduced to a kind of the shortest path problem, so called 'extended shortest path problem', which, in turn, can be solved by a dynamic programming algorithm with a relatively low computational complexity.

2.3 Simultaneous Localization and Map Building Problem

The main goal of the research mentioned in the beginning of Section 1.1 focuses in developing techniques that allow a robot to navigate in its environment. Other works treat a similar problem called Simultaneous Localization and Map Building Problem (SLAM) [9]. Main of those works are related to creation of maps using specifics of the environment where a robot navigates, [10], [11].

3 A Draft Scheme for Extraction of Relevant Events

Here the logic of detection of relevant events is explained and justified. In the end it contains a concise description of the main idea of the processing.

3.1 Geography of the lowest level

In spite of the advantages of the GT-model mentioned in section 2.2, no progress in its practical implementation can be found in literature since the publication of [5]. The main obstacle for that consists in the necessity of creation specific tools for automatic learning the lowest, non-verbalizable, level of geography.

To clarify this issue, consider any geographic item that has an explicit name like Guadalajara, Broadway, Europe, etc. It is technically clear how to represent such an item in the geographic graph of GT-model. In contrast to that, each item of the lowest geographic level should be represented by a map that does not have neither distinctive shapes, nor an attributed name.

Moreover, in contrast to the verbalizable levels of the geographic graph of the GT-model, the lowest-level geography depends essentially on the sensor system. Note that the higher levels can be the same, say, for a robot, a blind person, as well as for a human who does not suffer any illness of sight. On the contrary, the lowest level geography for a robot depends on its sensors: for a blind person – on the stick which he/she uses for exploration of the environment, and for a normal person – on his/her vision.

This is why a special technique for learning geography of the lowest level should be developed and studied.

3.2 Sensor system for learning geography of the virtual robot

For understanding the main issues related to the just mentioned technique, a research was started at UAM-Azcapotzalco with the goal to develop a pilot system that would reach the functionality explained in section 1. In the scope of this project, a special attention is focused on the sensor input and its role for learning geography.

The geographic database to be constructed can be regarded as an atlas formed by maps. Robot should permanently resolve a self-localization task, which means to point out a map (the actual map) to which the current robot state belongs. Since the robot moves, the actual map sometimes must be switched to a neighbor map. In this context, the main task for processing the sensor output is to detect situations that should trigger a switch of a current actual map. We call such a situation as a *relevant event*.

The primary robot sensor is chosen for the pilot system as it was presented in section 1. This choice can be justified by several reasons:

While using a virtual reality platform, for example OpenGL, it is easy to generate a complex scene and extract any kind of information related to the scene for different kinds of virtual camera. Note that Figs. 1 – 3 are constructed just in this way for one and the same scene.

Processing one-dimensional images is obviously simpler than those two-dimensional. Furthermore, we believe that detection of relevant events by processing the angle-distance plots, Fig. 3, is even simpler than for the color images, Fig. 2.

We believe that integration of the components in the scope of the pilot project mentioned above is the primary goal. This is why the simpler components are more preferable on the first stage. More complex sensors should be considered on the next stages.

3.3 Main idea for detection of relevant events

We believe that the visual events specifically important for navigation are related to the facts of appearance/disappearance of objects in sight and to a qualitative change in

appearance of an object. So they should be primarily detected and then used for indexing the maps of a geographic database.

On the other hand, note that while scanning an angle-distance plot, as the beginning as well as the end of an object in the robot sight are strongly correlated with discontinuity of the first derivative of the plot; note then that a discontinuity of the second derivative of the plot has a strong correlation with an angle of shape of an object in sight. This can be easily seen in Figs. 1 - 3.

This observation suggests us to perform a transformation of each angle-distance plot into a string formed by singular points constructed as discontinuities of the first and the second derivatives of the plot. This transformation is the first step in detection of relevant events.

The second processing step should perform a temporal analysis of the flow of such strings. The idea to use for this step a technique based on the Levenshtein distance suggests itself: when two strings of the singular points have been represented in an alphabet, one can find their editorial prescription. If the analysis shows that such two strings generated for some close moments completely match each other, it is naturally to claim that no relevant event occurred; otherwise, a further analysis of the vector of editorial prescription should follow to classify possible occurrence of a relevant event.

There are two issues which cannot be ignored in a further development of the described processing scheme. The former is related to the errors in classifying a singular point; it turns out to be that such errors cannot be avoided completely; however the algorithm of extraction of singular points can be optimized to reduce probability of the errors. The second one follows from the fact that the alphabet for the singular points is rather small which makes the errors of editorial prescription rather probable; to reduce probability of the errors, one need to involve in comparison of strings not only the symbol names, but some additional attributes of symbols (i.e., of singular points).

4. Detection of singular points

This section deals with a further development of the first processing step of section 3.3 and its optimization.

4.1 Specifics of angle-distance plot

An Angle-Distance Plots (ADP), like the one in Fig. 3, comes into our model from z-buffer [12] of a graphical API developed by OpenGL. As it was mentioned above, it represents not crude, but transformed distances. If for instance, an orthographic projection is used, then value z_b of z-buffer is produced from a real distance z as:

$$z_b = 2 * \frac{z - near}{far - near} - 1, \quad (2)$$

where *far* and *near* are, respectively, maximum and minimum of allowed distances. This formula performs a compression of far distances into z-buffer to the values less than, but close to *far*. As result, the probability of confusion between an angle SP and a step SP grows for the far distances. In fact, it is impossible to avoid completely this kind of errors. However, their probability can be reduced to a reasonably low limit in the scope of a certain algorithm by means of optimization of its parameters.

In the rest of this section we describe our algorithm and how it has been optimized.

4.2 Extraction of a string of SPs from ADP

Beginning from the lowest argument value of an ADP, in parallel two processes are started: one of them tries to find a step-SP closest to the start argument, whereas another – a closest angle-SP. The former process seeks the closest local maximum of absolute value of the first derivative of ADP, whereas the latter – of the second one.

If SPs of both kinds are successfully found that lay on a long distance from each other, then that of them is chosen which is closer to the starting point. Otherwise, when the distance between them is short, an additional test is applied to select a better option.

Namely, we verify the hypothesis that attribution of SP as an angle is true. If so, then there should exist two non-vertical line segments in the ADP that meet each other closely to the position of the detected angle. Using a fragment of ADP close to this position, the best point is estimated where the left-hand line segment would meet the right-hand one. Finally, the hypothesis is accepted if the estimated meeting point stays quite close to the position of SP, otherwise it is rejected to give place to the step-SP.

The above process is repeated in a loop, starting from the last found SP. It follows up to exhaustion of arguments in the ADP.

4.3 Optimizing the detection of SP

The process described in the previous section depends mainly on the three thresholds:

lim_1st_der responsible for rejection of a step-SP candidate with too small absolute value of the first derivative of ADP; **lim_2nd_der** responsible for rejection of an angle-SP candidate with too small absolute value of the second derivative of ADP; **STEP_ANGLE_TOLERANCE** responsible to separate the 'long distances' from the 'short' ones in the meaning of the second paragraph of section 4.2.

To minimize the probability of wrong detection of SP, firstly, a generator of ADPs was developed. It generates a random ADP with a single SP in the middle of the plot; the kind of ADP was either a step, or an angle. All parameters of the left-hand and right-hand sides of the plot – vertical levels, derivatives, etc. – are also generated at random.

Then, in a loop, the output of this generator was sent to the processing of section 4.2 to measure the statistics of attribution of SPs to a certain kind.

Applying this technique, it was discovered that the thresholds chosen intuitively lead to the probability of errors about 8.0%. Then computation of a histogram shown that most of the errors are detected when the level of the left-hand side plot segment is quite close to that of the right-hand side. Based on these results, a process of optimization of the thresholds was performed. The thresholds were sought in some reasonable intervals around the initial values. The histograms helped us to modify parameters of the generator so that it would yield only those ADP for which a posteriori probability of errors is non-zero, which reduced drastically the processing time for optimization.

In result, for the optimized thresholds, the error of attribution of SPs to a certain kind has reached probability around 0.2 – 0.3%. See Section 5 for some details.

5. Experimental Results

A very short extract of our experimental results is presented in Table 1 and Fig.4.

Experiment #	Error (%) by 10,000 Iterations per experiment	STEP_ANGLE_TOLERANCE	lim_1st_der	lim_2nd_der
27	0.26	-0.75	0.0195	0.0031
28	0.26	-0.75	0.0098	0.0031
29	0.36	-3	0.0049	0.0031
30	0.38	-3	0.0391	0.0031
31	0.23	-0.75	0.0049	0.0024

Table 1. Errors of attribution of SP to a kind for a series of the best experiments.

6. Conclusions

A novel processing scheme for detection of relevant events from a flow of angle-distance views is developed. An algorithm for extraction of singular points from an angle-distance view generated by a virtual sensor is presented and optimized. After optimization, the probability of error of the algorithm was reduced from 8% to 0.2-0.3%. The presented technique is already employed in a research for non-Cartesian navigation. As well, it can be applied to the range images produced by a real sensor.

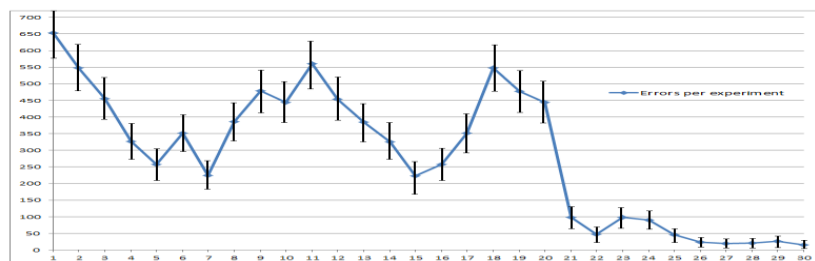


Fig 4. Number of errors in a wider series of experiments; vertical lines show 99.7%-confidence intervals (that is, intervals of 3σ -range); number of errors in the 1st experiment is 8% of sample.

Acknowledgments. The Fig. 1—3 were generated by software developed by Juan Manuel Martínez Hernández, [13], for his graduation in 2010 from UAM-Azcapotzalco. UAM-Azc. supports this work in the scope of project "Visión Cognitiva Artificial".

References

- [1] Levenshtein, V. I. (1965). Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 163(4), 845-848.
- [2]. Su, Z., Ahn, B. R., Eom, K. Y., Kang, M. K., Kim, J. P., & Kim, M. K. (2008, June). Plagiarism detection using the Levenshtein distance and Smith-Waterman algorithm. In *Innovative Computing Information and Control*, 2008. ICICIC'08. 3rd International Conference on (pp. 569-569). IEEE.
- [3]. Heeringa, W. J. (2004). Measuring dialect pronunciation differences using Levenshtein distance (Doctoral dissertation, University Library Groningen)[Host]).
- [4]. Schimke, S., Vielhauer, C., & Dittmann, J. (2004, August). Using adapted levenshtein distance for on-line signature authentication. In *Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004. Proceedings of the 17th International Conference on* (Vol. 2, pp. 931-934). IEEE.
- [5] Khachaturov, G. (2002). An approach to trip-and route-planning problems. *Cybernetics and Systems*, 33(1), 43-67.
- [6] Gomi, T. (1996). Non-cartesian robotics. *Robotics and Autonomous Systems*, 18(1), 169-184.
- [7] Gomi, T. (1997). Aspects of non-cartesian robotics. *Artificial Life and Robotics*, 1(2), 95-103.
- [8] Vukobratović, M. (1997). How to control robots interacting with dynamic environment. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 19(2), 119-152.
- [9] Dissanayake, M. G., Newman, P., Clark, S., Durrant-Whyte, H. F., & Csorba, M. (2001). A solution to the simultaneous localization and map building (SLAM) problem. *IEEE Transactions on robotics and automation*, 17(3), 229-241.
- [10] Davison, A. J., & Murray, D. W. (2002). Simultaneous localization and map-building using active vision. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 24(7), 865-880.
- [11] Guivant, J., Nebot, E., & Baiker, S. (2000). Autonomous navigation and map building using laser range sensors in outdoor applications. *Journal of robotic systems*, 17(10), 565-583.
- [12] Joy, K. I. (1996). The depth-buffer visible surface algorithm. On-Line Computer Graphics Notes, Visualization and Graphics Research Group, Department of Computer Science, University of California-Davis.
- [13] Martínez Hernández, J. M. (2010). Desarrollo de un robot virtual basado en un modelo de navegación no Cartesiana y su entorno de desplazamiento. *Proyecto Terminal de la Carrera de Ingeniería en Computación*, UAM-Azcapotzalco.

Aprendizaje basado en instancias para la creación de un modelo preliminar de identificación de ventilación asistida en el Síndrome de Guillain-Barré

José Hernández Torruco ¹, *Juana Canul Reich ¹ and David Lázaro Román ¹

¹ División Académica de Informática y Sistemas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Cunduacán, Tabasco. Carretera Cunduacán – Jalpa Km. 1.Col. La Esmeralda. C.P. 86690.

{jose.hernandezt, juana.canul}@ujat.mx, 112H8077@alumno.ujat.mx

*Autor por correspondencia

Resumen. El Síndrome de Guillain-Barré (SGB) es una enfermedad adquirida, monofásica y de origen autoinmune, precedida por una infección aguda de tipo respiratoria o gastrointestinal, la cual puede ser viral o bacteriana. Aproximadamente la tercera parte de los pacientes con este padecimiento presenta problemas para respirar y necesitan un aparato mecánico que les asista. En este trabajo exploratorio, se usa el clasificador kNN para la creación de un modelo de diagnóstico de la necesidad de ventilación asistida (VA) en pacientes que cursan este padecimiento. Para los experimentos se usan 20 variables clínicas de un conjunto de datos reales. El modelo se evalúa por medio de métricas típicas en minería de datos. Los resultados experimentales nos permitieron la creación de un primer modelo de diagnóstico de la necesidad de VA en pacientes con SGB.

Palabras clave: Minería de datos, aprendizaje automático, clasificación, kNN, accuracy.

1 Introducción

El Síndrome de Guillain-Barré (SGB) es una enfermedad de origen autoinmune, precedida por una infección aguda de tipo respiratorio o gastrointestinal. Se caracteriza por debilidad simétrica rápidamente progresiva, de comienzo distal y avance proximal, con pérdida de los reflejos osteotendinosos (reflejos de estiramiento muscular), con pocos síntomas sensitivos y disfunción autonómica variable. El intervalo entre la infección prodrómica y el inicio de los síntomas varía de una a tres semanas. Aproximadamente la tercera parte de los pacientes con este padecimiento presenta problemas para respirar y necesitan un aparato mecánico que les asista [1]. La insuficiencia respiratoria representa hasta un 50% de las causas de ingreso a unidades de terapia intensiva pediátricas. La ventilación asistida (VA) es el soporte avanzado a la respiración que de manera artificial introduce gas en el sistema respiratorio del paciente, por medio de un sistema mecánico externo o ventilador. Afortunadamente, esta necesidad se puede predecir por medio de un modelo de diagnóstico. El saber con

antelación la presencia de esta necesidad puede ayudar a los médicos a estar preparados para atender este problema y así disminuir los riesgos para los pacientes.

Existen técnicas computacionales en el área de aprendizaje automático que permiten crear modelos de diagnóstico para el problema descrito anteriormente, mismos que han sido usados exitosamente en casos semejantes [2, 3]. En este trabajo exploratorio, se usará el clasificador k NN para la creación de un modelo, el cual será analizado en términos de rendimiento usando un conjunto de datos reales que contiene datos de pacientes que padecen el SGB. Para este primer acercamiento a la creación del modelo de diagnóstico se utiliza k NN debido a que es un clasificador fácil de implementar y optimizar.

Este artículo se encuentra organizado como se muestra a continuación. En la sección 2 se presenta una breve descripción del estado del arte relacionado con el tema de estudio. En la sección 3, describimos los datos usados en los experimentos, así como el diseño experimental, los algoritmos y las métricas de evaluación de los resultados. En la sección 4, presentamos y discutimos los resultados encontrados en los experimentos. Finalmente, en la sección 5, damos a conocer las conclusiones de nuestro trabajo y presentamos algunos trabajos futuros.

2 Estado del arte

En esta sección realizamos una breve descripción de trabajos recientes relacionados con la identificación de predictores de la necesidad de VA en pacientes con el SGB.

Fourrier, et al. [4] encontraron que, en pacientes admitidos en la UCI (Unidad de Cuidados Intensivos) con SGB y falla respiratoria, la combinación de un bloqueo en la conducción motora del nervio ciático con la incapacidad para flexionar el pie al final de la inmunoterapia estuvo asociada con una VA prolongada con un valor predictivo positivo de 100%, por lo que, concluyeron que puede ser un fuerte argumento para realizar una traqueostomía temprana. Sohara, et al. [5], concluyeron que factores de riesgo de intubación endotraqueal son un aumento de la frecuencia respiratoria, disminución de CV forzada (20 mL/kg) y $CV < 20$ mL/kg o 15 mL/kg así como hallazgos de disfunción bulbar manifestándose como neumonía por aspiración, atelectasia, disartria y/o asfixia. Paul y colaboradores [1] identificaron tres variables clínicas que por sí solas predicen la necesidad de VA: la aparición simultánea de debilidad motora de las extremidades inferiores y superiores como síntoma inicial ($p = 0.02$), grado de fuerza muscular de la extremidad superior $< 3/5$ en el nadir ($p = 0.013$); y debilidad bulbar ($p < 0.001$). Kanikannan et al. [6] encontraron en un análisis univariante que, el tiempo necesario para alcanzar el déficit máximo, la debilidad del cuello, la debilidad bulbar, la debilidad facial, el conteo de la respiración, la capacidad

vital forzada, y la latencia del nervio frénico fueron predictores de la necesidad de VA. En el análisis multivariado, identificaron a la debilidad del cuello, la debilidad bulbar, el conteo de la respiración, y la capacidad vital forzada como predictores independientes de la VA.

3 Materiales y métodos

En esta sección describimos los datos usados en los experimentos, así como el diseño experimental, los algoritmos y las métricas de evaluación de los resultados.

3.1 Datos

Los datos usados en este estudio comprenden 122 casos de pacientes con el SGB atendidos en el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía de la Ciudad de México. Los datos fueron recopilados en el periodo de 1993 a 2002. Cuarenta y un pacientes requirieron VA y 81 pacientes no la requirieron. El conjunto de datos original incluye 156 variables clínicas, serológicas y datos de estudios de neuroconducción. En este estudio se analizan únicamente 20 variables clínicas. La selección de estas variables se realizó de acuerdo a lo encontrado en la literatura especializada [7]. Las variables V34 (disnea o dificultad respiratoria) y V10 (días de inicio de la dificultad respiratoria) fueron excluidas. Lo anterior se decidió debido a que en este primer estudio nos interesa investigar si variables clínicas exploradas por el médico con anterioridad al inicio de la dificultad respiratoria, en el caso de presentarse, permiten diagnosticar con una alta precisión la necesidad de VA. La variable V8 fue eliminada y a partir de ella se creó una nueva variable llamada temporada, la cual representa la temporada del año (primavera = 1, verano = 2, otoño = 3, invierno = 4) en la cual se inició el evento previó. La lista completa se presenta en la tabla 1.

3.2 Métricas de evaluación

3.2.1 Accuracy

El accuracy se calcula dividiendo el número de casos correctamente identificados por el número total de casos [8]. Formalmente:

$$Accuracy = \frac{VP + VN}{VP + FN + FP + VN} \quad (1)$$

donde VP = Verdaderos Positivos, VN = Verdaderos Negativos, FP = Falsos Positivos, y FN = Falsos Negativos.

Atributo	Significado
V4	Edad
V5	Sexo
V6	Patología evento previo
V7	Días de inicio de disminución de fuerza muscular o compromiso de nervios craneales al evento previo
V8	Fecha en que inició el evento previo (temporada)
V9	Días desde debilidad muscular hasta acudir al médico
V21	Debilidad
V22	Simetría
V23	Parestesias
V24	Miembros superiores - fuerza muscular
V25	Miembros inferiores - fuerza muscular
V26	Lugar donde iniciaron los síntomas
V27	Reflejos
V29	Afecta músculos extraoculares
V30	Ptosis
V31	Afecta cerebelo
V32	Marcha atáxica
V33	Nervios craneales involucrados
V37	Cual complicación curso
V38	Toma esfínteres

Tabla 1. Lista de las variables usadas en este estudio.

3.2.2 Accuracy balanceado

El accuracy balanceado [8] es una mejor estimación del desempeño de un clasificador cuando existe una distribución desigual de las clases en un conjunto de datos. Se define como:

$$Accuracy\_balanceado = \left(\frac{VP}{VP + FN} + \frac{VN}{FP + VN} \right) / 2 \quad (2)$$

3.2.3 Sensibilidad

La sensibilidad mide la proporción de verdaderos positivos, los cuales fueron identificados correctamente por un modelo predictivo [8].

$$Sensibilidad = \frac{VP}{VP + FN} \quad (3)$$

3.2.4 Especificidad

La especificidad mide la proporción de verdaderos negativos, los cuales fueron identificados correctamente por un modelo predictivo [8].

$$\text{Especificidad} = \frac{VN}{VN + FP} \quad (4)$$

3.2.5 Kappa

La métrica Kappa, introducida por Cohen [9], mide la concordancia entre el clasificador en sí y las clases verdaderas corregida por el efecto de la concordancia entre ellos por casualidad. Formalmente:

$$Kappa = \frac{P(A) - P(E)}{1 - P(E)} \quad (5)$$

donde $P(A)$ es la proporción de concordancia entre el clasificador y las clases verdaderas, $P(E)$ es la proporción de concordancia esperado entre el clasificador y las clases verdaderas por casualidad.

3.3 k-Vecinos Más Cercanos (kNN: k-Nearest Neighbor)

kNN [8] asigna la clase para una nueva instancia basado en la clase mayoritaria en los k vecinos más cercanos a esta nueva instancia. Los k vecinos se seleccionan de acuerdo a cierta métrica de distancia: Minkowski, Jaccard, Chebychev, entre otros. En este estudio utilizamos la distancia Minkowski. Minkowski es una medida de distancia genérica adecuada para su uso con cualquier tipo de datos como vector de características. Además, la distancia Minkowski permite explorar diferentes configuraciones de distancia mediante el establecimiento de un parámetro exponencial en su fórmula original. La versión de kNN utilizada en este estudio requiere la puesta a punto de dos parámetros: k y d, donde k representa el número de vecinos y d el

exponente en la fórmula de la distancia de Minkowski. Para $d = 1$ y $d = 2$, la distancia Minkowski se convierte en Manhattan y euclidiana, respectivamente.

3.4 Diseño experimental

Para los experimentos utilizamos el conjunto de datos mencionado anteriormente, el cual solamente incluyó las variables clínicas señaladas en la sección 3.1. A este conjunto de datos se le añadió la variable que indica si el paciente requirió VA, quedando de esta manera un conjunto de datos de 122 renglones (pacientes) y 21 columnas (variables). Se usaron dos esquemas de evaluación para el modelo de diagnóstico, train-test y validación cruzada de 10 pliegues (10-FCV: 10-Fold Cross Validation) [10]. En cada uno de estos esquemas, se ejecutaron 30 corridas donde aplicamos el clasificador kNN. En cada corrida, se generó una semilla diferente, esto garantiza que cada clasificador se entrene en el mismo conjunto de entrenamiento en el mismo número de corrida. El uso de una semilla diferente para cada corrida asegura que se producirán diferentes particiones de entrenamiento y prueba en cada uno de los esquemas de evaluación. El desempeño de los modelos fue evaluado por medio de las métricas usadas normalmente en tareas de clasificación como son accuracy, sensibilidad, especificidad y la estadística Kappa. Siendo este un problema de clasificación con desbalanceo de clases, se toma como principal métrica de evaluación el accuracy balanceado.

4 Resultados experimentales

4.1 Optimización de los parámetros de kNN

Para la optimización de kNN usamos los valores de 1 a 3 para el parámetro d (distancia). Para cada d , usamos valores de 5 a 35 para los k vecinos. Calculamos los promedios del accuracy balanceado a lo largo de 30 corridas tanto de train-test como de 10-FCV, usando diferentes semillas en cada corrida. En ambos esquemas, seleccionamos la combinación de k y d con los promedios más altos de accuracy balanceado.

La figura 1 muestra los resultados de la optimización de kNN usando train-test. En general, kNN obtuvo los mejores resultados con $d = 1$. El accuracy balanceado más alto fue de 0.7692 para $k = 10$ y $d = 1$. La figura 2 muestra los resultados de la optimización usando 10-FCV. De nuevo, los mejores resultados se obtuvieron con $d = 1$. En este caso, el accuracy balanceado más alto fue de 0.7725 con $k = 15$ y $d = 1$. Los mejores valores encontrados en cada esquema fueron usados para el resto de los experimentos.

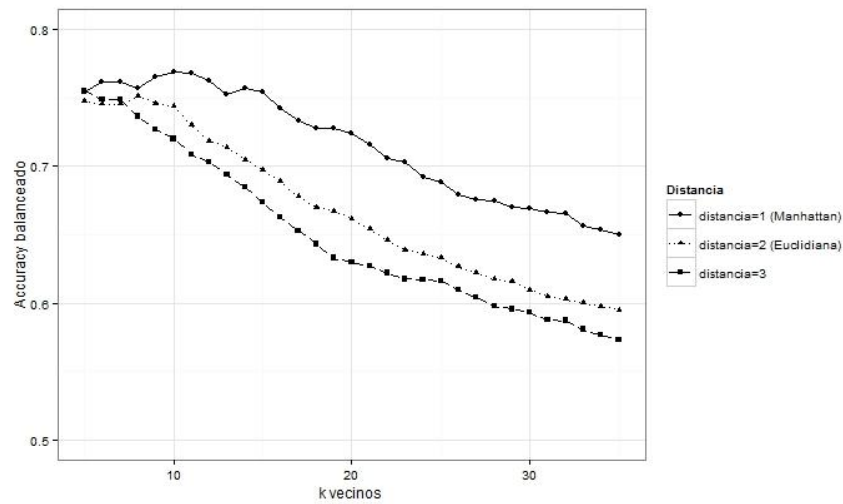


Fig. 1. Optimización de k vecinos y distancia en kNN usando train-test.

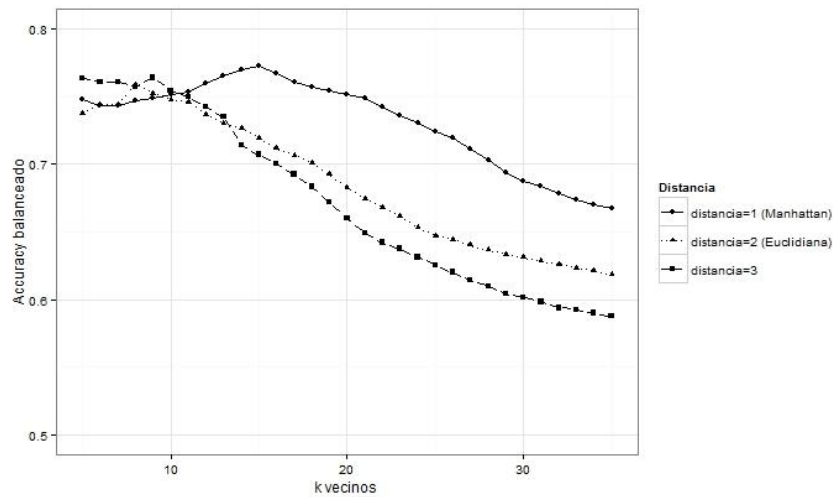


Fig. 2. Optimización de k vecinos y distancia en kNN usando 10-FCV.

4.2 Resultados de la evaluación de los modelos

En esta sección presentamos los resultados de la evaluación de los modelos en los enfoques train-test y 10-FCV. En la tabla 2 mostramos los resultados promedio de cada métrica después de 30 corridas. En esta tabla también mostramos la desviación

estándar de cada resultado. Como podemos observar, kNN obtuvo un accuracy balanceado alrededor de 0.77 en ambos enfoques. Aunque el accuracy obtenido fue superior al accuracy balanceado, este último es más confiable cuando se trabaja con clases desbalanceadas. Los modelos evaluados obtuvieron mayor puntuación en especificidad que en sensibilidad, lo que significa que estos son más precisos en diagnosticar aquellos pacientes que no necesitan VA. De igual manera, la estadística Kappa obtenida fue muy baja en ambos esquemas. En conclusión, los resultados reflejan modelos de mediano desempeño. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que este es solamente un estudio exploratorio y quedan muchas alternativas por explorar, las cuales se mencionarán en la siguiente sección.

Enfoque	Accuracy balanceado	Accuracy	Sensibilidad	Especificidad	Kappa
Train-test	0.7692	0.8383	0.5718	0.9667	0.5915
	0.0623	0.0472	0.1155	0.0381	0.1237
10-FCV	0.7725	0.8458	0.5525	0.9925	0.6107
	0.0211	0.0153	0.0396	0.0070	0.0421

Tabla. 2. Evaluación de los modelos obtenidos usando train-test y 10-FCV.

5 Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo, usamos el clasificador kNN para crear un modelo de diagnóstico de la necesidad de VA en pacientes que cursan el SGB. Usamos 20 variables clínicas de un conjunto de datos reales para los experimentos. Calculamos los promedios de varias métricas usadas típicamente en minería de datos para la evaluación de modelos predictivos a través de 30 corridas, en dos esquemas: train-test y 10-FCV. En este primer estudio exploratorio, encontramos un accuracy balanceado de 0.7692 en el esquema train-test y de 0.7725 en 10-FCV. Estos valores representan un rendimiento menor a lo mínimo aceptable en diagnóstico médico, que es del 0.80. Sin embargo, es resultado de un primer intento de creación de un modelo de diagnóstico. En trabajos futuros seguiremos varias líneas de acción con el fin de buscar un mejor rendimiento. En primer lugar, incluiremos en los experimentos todas las variables disponibles en el conjunto de datos. Además, usaremos clasificadores con diferentes enfoques como SVA (Support Vector Machines: Máquinas de Vector Soporte), C4.5, JRip, entre otros. Otra alternativa es usar métodos de selección de atributos relevantes.

Agradecimientos. Agradecemos a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco por su apoyo para el desarrollo de este trabajo.

Referencias

- [1] B.S. Paul, R. Bhatia, K. Prasad, M.V. Padma, M. Tripathi y M.B. Singh. Clinical predictors of mechanical ventilation in Guillain-Barré syndrome. *Neurology India*, 60(2), pp. 150-153, 2012.
- [2] M. Czajkowski, M. Grze's y M. Kretowski. Multi-test decision tree and its application to microarraydata classification. *Artificial Intelligence in Medicine* 61 (2014) 35–44.
- [3] M. Seera y C.P. Lim. A hybrid intelligent system for medical data classification. *Expert Systems with Applications* 41 (2014) 2239–2249.
- [4] F. Fourrier, L. Robriquet, J.F. Hurtevent y S. Spagnolo. A simple functional marker to predict the need for prolonged mechanical ventilation in patients with Guillain- Barré syndrome. *Critical Care*, 15: R65, 2011.
- [5] E. Sohara, et al. Guillain-Barré syndrome in two patients with respiratory failure and a review of the Japanese literature. *Journal of Thoracic Disease*, 4(6), pp. 601-607, 2012.
- [6] M.A. Kannan Kanikannan, P. Durga, N.K. Venigalla, R.M. Kandadai, S.A. Jabeen y R. Borgohain. Simple bedside predictors of mechanical ventilation in patients with Guillain-Barre syndrome. *Journal of Critical Care*. 29(2), pp. 219-23. doi: 10.1016/j.jcrc.2013.10.026. Epub 2013 Nov 6, 2014.
- [7] J. Hernández-Torruco, J. Canul-Reich, J. Frausto-Solis, y J. J. Méndez-Castillo. Predictores de falla respiratoria y de la necesidad de ventilación mecánica en el síndrome de guillain-barré: una revisión de la literatura. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 14(5):162-170, 2013.
- [8] J. Han, M. Kamber y J. Pei. *Data mining: Concepts and techniques*. Morgan Kaufmann, 2012.
- [9] J. Cohen. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educat. Psychol. Meas.*, 20(1), pp. 37-46, 1960.
- [10] I. H. Witten, E. Frank y M. A. Hall. *Data mining Practical Machine learning Tools and Techniques*. MK. USA, 2011.

VINCULACION Y COLABORACION: ESTRATEGIAS PARA OBTENER EGRESADOS COMPETENTES PARA EL SECTOR INDUSTRIAL

Educación en TI

M. en A. Bernal Rodríguez Elva¹, L. S. C. Sánchez Escarriola Esteban²

¹Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Av. Nopaltepec S/N
Fracción la Coyotera del Ejido de San Antonio Cuamatla, Cuautitlán Izcalli Estado de
México, C.P. 54748 México.
elva05@hotmail.com

²Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, Av. Nopaltepec S/N
Fracción la Coyotera del Ejido de San Antonio Cuamatla, Cuautitlán Izcalli Estado de
México, C.P. 54748 México.
steve_mex_04@yahoo.com

Resumen. La producción de talento humano por parte de las universidades está atendiendo a la demanda de profesionistas que las empresas requieren para sustentar su entorno económico nacional así como sus relaciones internacionales desde la perspectiva de la globalización.

El presente trabajo muestra que la falta de vinculación entre los sectores: industrial y el académico, genera una serie de consecuencias que afectan a varios ámbitos, por un lado existe una oferta educativa que poco tiene que ver con las necesidades de profesionistas de las empresas, así el perfil del egresado no es el idóneo para conseguir su primer empleo, a lo que se ve obligado a aceptar trabajos donde no pone en práctica todas sus competencias.

Palabras clave: Vinculación, Colaboración Ingeniería, Industria, Egresados

1 Introducción

El Estado de México a través de sus instituciones de educación superior genera cada semestre cientos de profesionistas de diferentes áreas de conocimiento, sin embargo no todos logran colocarse en las empresas de la región debido a diferentes causas que influyen al momento de una contratación, por ejemplo la falta de experiencia laboral y la falta de conocimientos técnicos específicos, según la ENCOP (Encuesta de Competencias Profesionales).

Que las universidades oferten carreras poco demandadas, que a la vez exista una exigencia desproporcionada con los perfiles de los egresados y se empleen en empresas lejos de la zona donde se encuentran establecidos, se debe a la poca vinculación entre el sector industrial y las instituciones de educación superior así como a un estudio de pertinencia de las carreras que imparte esta institución. “El concepto de pertinencia de

los programas educativos en educación superior alude a la capacidad de la Universidad para responder a las necesidades y expectativas de la comunidad. Asimismo, se relaciona con aspectos como las prioridades establecidas por los planes de desarrollo, estudios de oferta y demanda educativa y estudios de competencia y de formación integral del estudiante” (Burgos, 2011).

El Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli cuenta con un plan de residencias profesionales dentro de sus programas de estudio, donde los alumnos tienen su primer acercamiento con el sector laboral, sin embargo el residente realiza actividades diversas que no necesariamente tienen que ver con su carrera o perfil. Sin una planificación adecuada no se obtienen los beneficios óptimos para ambas partes.

“La Universidad debe redoblar esfuerzos para reorientar los vínculos con el sector empresarial a fin de abastecer con perfiles especializados y coherentes que apoyen la productividad y la inserción de miles de universitarios anuales, más no, como abaratamiento del costo laboral para justificar la adquisición de experiencia, la pertinencia de las carreras universitarias necesitan perfilarse a beneficiar el campo laboral de egresados y no contestar a una masificación de matrícula.” (Martínez, 2013).

El alcance de esta investigación tiene como objetivo el demostrar la necesidad del establecimiento de mecanismos para fortalecer la vinculación que permita el trabajo conjunto entre la industria y el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, mediante la detección de la demanda de profesionistas por el sector industrial y las adecuaciones al perfil de egreso de los estudiantes, para asegurar la inserción laboral bajo condiciones que beneficien, a la sociedad, al profesionista y a la institución.

2 Estado del Arte

Con tal objetivo se realiza, por primera vez, un estudio de pertinencia a 38 programas educativos de la Universidad de Sonora. Se retoman para ello, variables generadas en las encuestas “Estudio de egresados de la Universidad de Sonora 2009”, “El mercado laboral de egresados universitarios desde el punto de vista de los empleadores 2010” y “Estudio de opinión de la sociedad sobre los resultados de la Universidad de Sonora 2010” (Burgos, 2011)

3 Metodología

Con la finalidad de saber las necesidades que tiene la empresa en cuanto a competencias laborales específicas y áreas de oportunidad para los egresados así como el reconocimiento de la institución como generadora de profesionistas.

3.1 Instrumento de Medición

Se diseñó un instrumento de medición en forma de entrevista, dividida en: datos de identificación (municipio, sector, giro), características (escolaridad y especialidad de los empleados), demanda de profesionistas (áreas y carreras demandadas), relación empresa-escuela (facilidades para que los empleados realicen estudios profesionales, carreras más demandadas por las empresas de la región), evaluación de la institución (reconocimiento y aceptación), carreras de las que más se contrata personal.

3.1.1 Aplicación del Instrumento de Medición

El Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI) cuenta con una cartera de 50 empresas que a través del departamento de vinculación mantienen un contacto mediante servicios de asesoría, residencias y servicio social, así mismo, este departamento da seguimiento a los últimos egresados del año, que en el 2015 fue de 200.

Este instrumento se aplicó a directivos y encargados de área en las 50 empresas de la región vinculadas a la institución, abarcando sectores como manufactura, servicios y comercio, donde el principal obstáculo para obtener la información fue el tiempo y la falta de interés en el tema; con el fin de resolver esta situación se envió un documento vía e-mail donde se explicó el objetivo de la investigación para así despertar el interés de los responsables de las áreas y conseguir con esto una respuesta favorable y su atención.

Por otra parte con el objetivo de conocer el nivel de inserción laboral de los egresados en las empresas de la zona, así como el grado de satisfacción del egresado en cuanto a la empresa para la cual labora, la ubicación, el trabajo desempeñado y el salario que percibe, se diseñó una encuesta con los rubros: datos de búsqueda laboral (tiempo de respuesta, número de entrevistas realizadas, tiempo promedio de contratación), datos de identificación de la empresa (ubicación, tiempo de traslado, sector, giro), datos del departamento de adscripción (actividades, puesto y salario), la cual se aplicó a los 200 egresados del 2015, mismos que se contactaron vía correo electrónico, enfrentando un tiempo de respuesta muy prolongado, por lo cual se creó un equipo de alumnos de servicio social con el fin de contactar vía telefónica al egresado para explicarle la importancia de la encuesta y de esta manera agilizar la obtención de la información.

Cabe señalar que no se pretende recabar información de una muestra estadística ya que se aplicó la encuesta a la totalidad de empresas vinculadas y al total de alumnos egresados en dos periodos semestrales.

3.2 Análisis de datos

Al analizar los datos obtenidos por ambos instrumentos se llegó a la hipótesis de que “La falta de vinculación y colaboración entre el sector productivo y el Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli, es un factor que influye en la baja inserción

laboral de los egresados y en la falta de profesionistas con perfiles idóneos acorde a las necesidades de las empresas de la zona.”

4 Resultados

En la figura 1 se muestra la preferencia de los alumnos por la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, seguida por la carrera de Ingeniería Industrial, a lo que, en la figura 2 se muestra que la demanda de profesionistas por parte de la empresa es de la carrera de contaduría, seguida por la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial y la Ingeniería en Sistemas Computacionales.

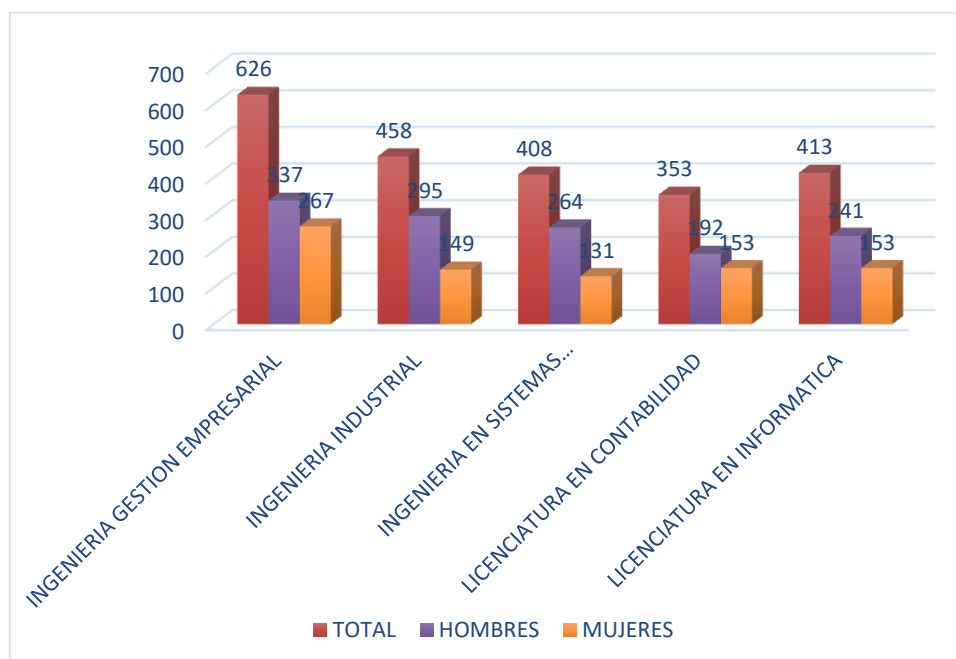


Fig. 1 Demanda estudiantil por carrera

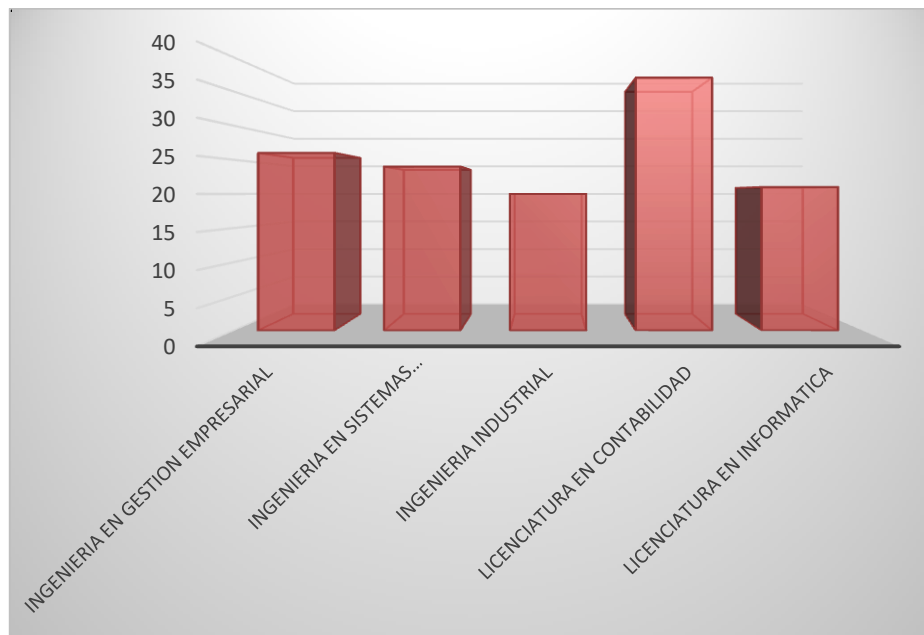


Fig. 2 Demanda de profesionistas por carrera

Respecto a los egresados que logran colocarse en la empresa, la figura 3 permite observar el tiempo que invierte un egresado para conseguir empleo, el tiempo promedio de respuesta por parte de las empresas es de 10 días, el número de entrevistas realizadas en promedio es de 3, y el tiempo promedio de contratación es de 5 días después del proceso de selección.

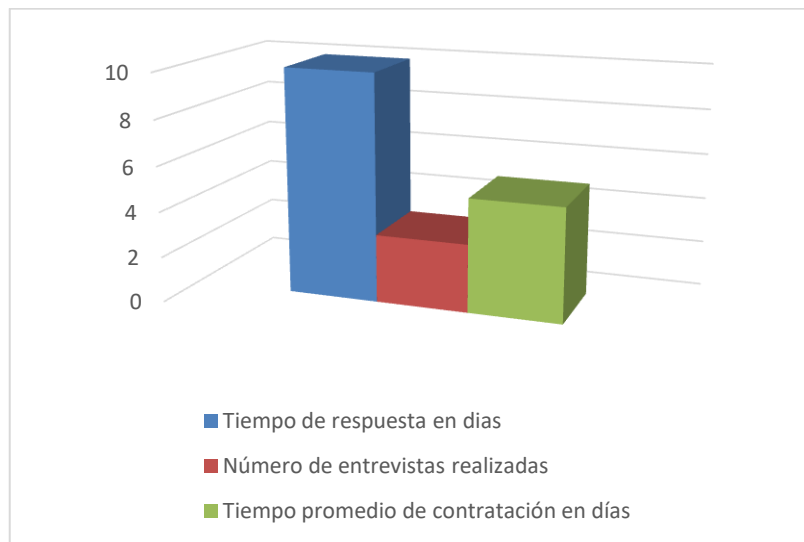


Fig. 3 Tiempo invertido en el proceso de contratación

El mayor número de egresados que logran un empleo lo hacen en empresas ubicadas en el sur de la ciudad, invirtiendo en promedio 4 horas diarias de traslado entre ida y regreso, como lo muestra la figura 4. A pesar de que la institución se encuentra ubicada en el norte de la ciudad, la mayor parte empleos se encuentran entre el centro y sur.

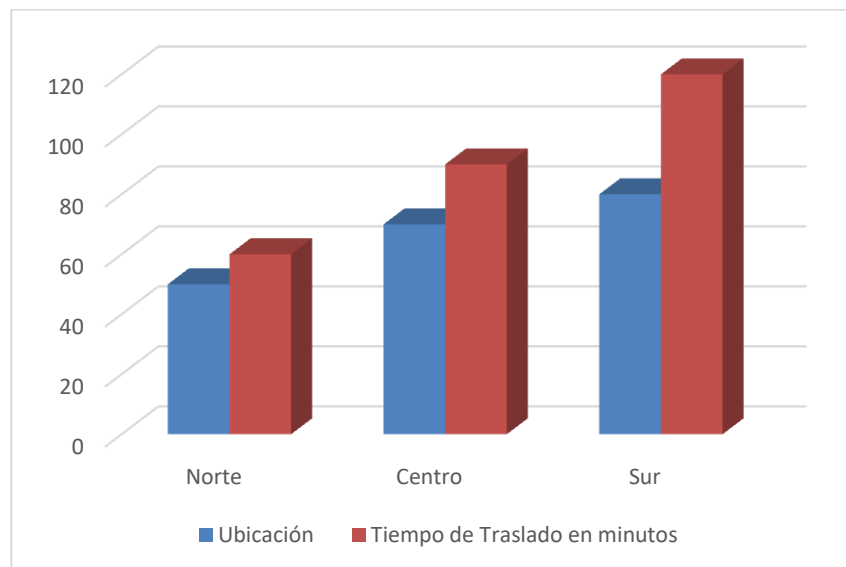


Fig. 4 Ubicación y tiempo de traslado

5 Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados dejan ver que al no realizar un adecuado estudio de pertinencia que nos muestre las necesidades del sector industrial se estarán generando egresados con un perfil no apegado a las competencias profesionales que se requieren, un excedente de egresados tendrán que buscar una oportunidad fuera de su lugar de residencia.

Es de fundamental importancia fortalecer las acciones que permitan favorecer el desarrollo y el crecimiento de las personas como un todo, por lo que la vinculación se debe considerar como un medio para fomentar el acercamiento entre las instituciones de Educación Superior con los sectores productivos y sociales (Haaz, 2009).

Apoyando a la tesis de (Haaz, 2009) se considera que los principales elementos de apoyo para fortalecer la vinculación entre industria y la institución educativa son: La integración del personal académico con la práctica profesional y la retroalimentación en el desarrollo de la docencia, Que los alumnos a través de la integración de unidades de vinculación, desarrollen el servicio social de la carrera o elaboren tesis de Licenciatura que se relacionen y familiaricen con los sectores productivos de la sociedad, El establecimiento de una metodología general de desarrollo educativo, a través de la integración de la comunidad académica universitaria con los sectores productivos y La percepción de los recursos económicos, necesarios para que se puedan desarrollar otras actividades académicas.

Con este análisis se logra en el TESCOI, el inicio de un proceso de vinculación con el sector industrial, que incluye reuniones para llegar a la firma de convenios de colaboración, por otra parte se analiza el plan de estudio de la carrera de contaduría ya que es la que refleja mayor demanda por las empresas en esta investigación

Lo que dará como resultado un mayor nivel de certidumbre de los egresados por conseguir empleos que les brinden mayores beneficios.

Con el análisis de estos datos se demuestra la discrepancia que existe entre las carreras que se ofrecen con las que prefiere el alumno y la demandad de profesionistas por el sector industrial, por lo que se cumplen los objetivos y la hipótesis planteados para esta investigación ya que se demuestra que la falta de vinculación es un factor que influye en la baja inserción laboral de los egresados y en la falta de profesionistas con perfiles idóneos para las empresas.

Referencias

- Burgos, F. B. (2011). *Dirección de Planeación*. Obtenido de Universidad de Sonora: http://www.planeacion.uson.mx/pdf/estudio_pertinencia_oferta_educativa_2009.pdf
- Haaz, M. H. (2009). *Simposio Nacional sobre la Enseñanza del Concreto*. Obtenido de http://imcyc.com/50/simposi09/educacion_superior/mesa3/M3UNAMHaaz
- Martinez, C. (2013). *VII Congreso de Investigacion, Innovacion y Gestion Educativa*. Obtenido de Tecnológico de Monterrey: http://ciige.mty.itesm.mx/memorias/CIIGE_VII/

Diseño de un sistema de monitoreo de clima para la toma de decisiones

Edith Leticia Torres Arias ¹ y Raudel López Espinoza ²

¹ Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Economía e Informática, Ciudad de la Cultura “Amado Nervo”, Tepic Nayarit, C.P. 63155, México
edith0803@hotmail.com

² Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Economía e Informática, Ciudad de la Cultura “Amado Nervo”, Tepic Nayarit, C.P. 63155, México
raudelle@gmail.com

Resumen. La información es el bien máspreciado en la actualidad por cualquier organización, ya que a través de la información es posible tomar decisiones que impacten en su productividad. En el caso de los Ingenieros Agrónomos, tener acceso a la información sobre las temperaturas para las áreas de cultivos, les permite calcular el promedio de producción de una zona y proyectar el comportamiento de los propios cultivos. El principal problema para registrar las temperaturas de cada área de cultivo, son las distancias que tendrían que recorrer para la medición. Es así que sería de gran beneficio poseer una base de datos con los registros históricos del clima. Por su relevancia, el propósito de este estudio es diseñar un sistema de monitoreo del clima para las zonas de cultivo.

Palabras clave: Monitoreo de datos, Toma de decisiones, Clima.

1 Introducción

El desarrollo de estaciones climáticas y la evolución de los sistemas de información han permitido el aprovechamiento de la información dentro de la toma de decisiones por parte de los especialistas del campo. Permitiendo así la anticipación de las plagas o siniestros a partir de los datos aportados por las estaciones que registran el clima de cierta área. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de cada estado, aprovechan las herramientas para monitorear los frentes fríos, predecir los comportamientos de las plagas, o sequías de cierta región. Esto gracias al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que actualiza de forma periódica los datos de las temperaturas.

La información que ofrecen es pública, es decir, cualquier persona suscrita a la comunidad virtual puede consultar los datos de las estaciones de clima, que son validados y corroborados por aparatos que los generan de forma sistemática. La

información generada por estas estaciones climáticas, se encuentra centralizada en el sitio de la INIFAP. Una vez en posesión de los datos se realizan los análisis adecuados para la toma de decisiones. Además, debido a los grandes volúmenes de información que se acumulan a diario, es necesario mantener actualizados los gestores de datos. Por ello se hace un análisis del posible crecimiento de la información que a diario se agrega a la base de datos.

Aunque la mayoría de los datos se gestionan del sitio de la INIFAP, es necesario a veces consultar otras fuentes de información. Esto debido a que en ocasiones por mantenimiento o algún desperfecto de la estación de clima no se generan los datos. Una fuente para completar los datos es obtenerlo por medio de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA).

En la Unidad Académica de Economía (UAE) e Informática de la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), se trabaja en la construcción de un sistema de monitoreo de clima (SMC) para la toma de decisiones. La finalidad es que los alumnos adquieran experiencia en la manipulación de datos en tiempo real, permitiendo en su formación la vinculación a equipos multidisciplinarios y generar en ellos la combinación de los aprendizajes en la formación de su carrera.

2 Estado del arte

El clima es uno de los componentes ambientales más determinantes en la adaptación, distribución y productividad de los seres vivos. La agricultura es una actividad estrechamente relacionada con el clima. Es por esto que la información del estado del tiempo es parte fundamental para la toma de decisiones en la agricultura moderna. Ya que se requiere información meteorológica actualizada para mejorar los procesos de producción [1]. La cantidad de lluvia, la humedad almacenada en el suelo, la ocurrencia de una helada o de granizo, constituyen algunos de los componentes del clima que año con año repercuten en la producción de cosechas. La presencia de plagas y enfermedades, la eficiencia en la absorción de nutrientes, la demanda de agua por las plantas y la duración de los ciclos vegetativos, dependen también en gran medida de las condiciones del clima [2].

La meteorología es la ciencia que se ocupa de los fenómenos que ocurren a corto plazo en las capas bajas de la atmósfera, o sea, donde se desarrolla la vida de plantas y animales. Estudia los cambios atmosféricos que se producen a cada momento, utilizando parámetros como la temperatura del aire, la humedad, la presión atmosférica, el viento o las precipitaciones. El objetivo de la meteorología es predecir las condiciones de tiempo en 24 o 48 horas y, en menor medida, elaborar un pronóstico del tiempo a mediano plazo o estacional [3]. Por otro lado, la climatología es la ciencia que estudia el clima y sus variaciones a lo largo del tiempo. Aunque utiliza los mismos

parámetros que la meteorología, su objetivo es distinto, ya que no pretende hacer previsiones inmediatas, sino estudiar las características climáticas a largo plazo [4].

3 Metodología

Para el diseño del sistema gestor de base de datos del Sistema de Monitoreo del Clima (SMC) para la toma de decisiones, se eligió la metodología de Proceso Unificado, además se usó el lenguaje de modelado UML para su documentación [5]. Las fases desarrolladas son:

1. **Descripción del sistema.** Descripción de las necesidades y expectativas que se espera que cumpla el sistema.
2. **Análisis de requerimientos.** A partir de la descripción del sistema, se identifica la información de los servicios que ha de ofrecer y las restricciones asociadas a su funcionamiento.
3. **Modelo de diseño.** Desarrolla una solución lógica basada en el modelo relacional en el diseño de la base de datos, mostrando las relaciones con la entidades creadas y los datos que van a permitir un análisis de datos.

4 Resultados

4.1 Descripción del sistema

En el diseño del SMC, es necesario identificar a cada una de las estaciones en las que se almacenará la información del clima por día. Las localidades que tienen relación con esa estación, los datos de la entidad y municipio sincronizados con la nomenclatura de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para los censos generados por ellos. Es muy importante entender que pueden agregarse más entidades para procesamiento de modelos predictivos.

Asimismo, el SMC deberá ser atractivo incluso para las personas que no sean tan diestros en el manejo de tecnologías de información. Tendrá un administrador con la tarea de actualizar los climas de cada estación, así como las localidades que tiene impacto en cada estación. Por lo que es necesario generar funciones de consulta por periodos para que la obtención y visualización de los datos sean útiles en el análisis de toma de decisiones.

4.2 Análisis de requerimientos

El propósito del SMC es facilitar a los administradores la gestión de los datos del clima, que serán aprovechados por los usuarios finales, y emitir los reportes de resultados. Los actores principales que participan en el sistema son: Administrador, Usuario gestor, y Usuario final. Como actores secundarios se especificaron tres tareas de datos:

- Registro que mantendrá los registros de los usuarios, su tipo de usuario, estaciones de clima, localidades;
- Almacenamiento de climas, que agregara los climas para cada estación; y
- Reporte de climas, por una fecha, en un grupo de fechas.

Además de todo lo anterior, el sistema deberá estar disponible para su uso en web. Por otro lado se trabajó con los requisitos funcionales para cada actor y se representaron por modelos de caso de uso. Se agrega al final la plantilla de prototipo de la interfaz de trabajo.

1. **Casos de uso asociados con el administrador.** El usuario Administrador, tiene la responsabilidad de mantener los registros actualizados, hay ocasiones que los datos de cierta estación no son ocasionados y es necesario reemplazar esos datos por los generados por otros organismos como la NASA, agregar y eliminar estaciones de acuerdo a las necesidades. Asimismo, tendrá el control de los registros de usuario gestor y usuario final, para crearlos, modificarlos o eliminar.

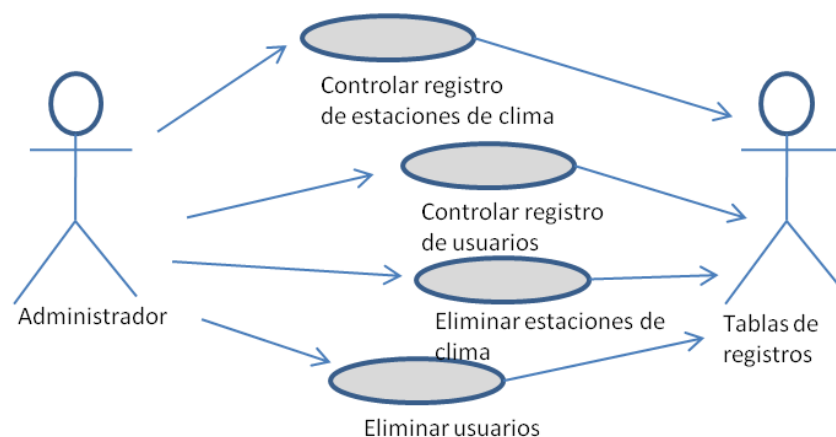


Fig. 2. Casos de Uso en que participa como actor principal el Administrador

2. **Casos de uso asociados con el usuario gestor.** El actor Usuario gestor debe ser registrado por el administrador y verificarse como usuario para ingresar al sistema. Tendrá el control de los registros de las localidades, y los cultivos, permitiéndole la creación, edición y borrado de las localidades asociadas a una estación, como los cultivos que tienen en una localidad.

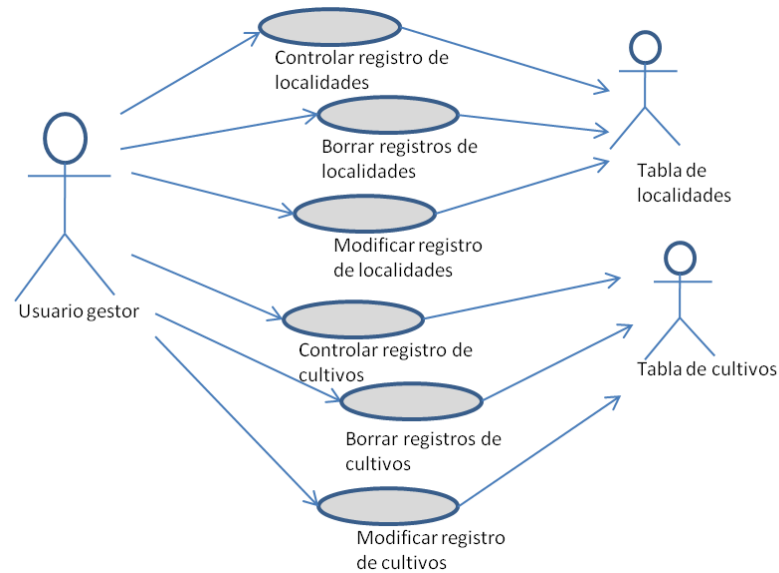


Fig. 3. Casos de Uso en que participa el actor principal Usuario Gestor

3. **Casos de uso asociados con el usuario final.** El actor usuario final podrá registrarse el mismo en el sistema, para las funciones deberá ser validado como usuario. La asignación de la cuenta de usuario final es proporcionada por el administrador, estarán disponibles las consultas de los climas de las estaciones que este requiera y podrá generar los reportes que el necesite.

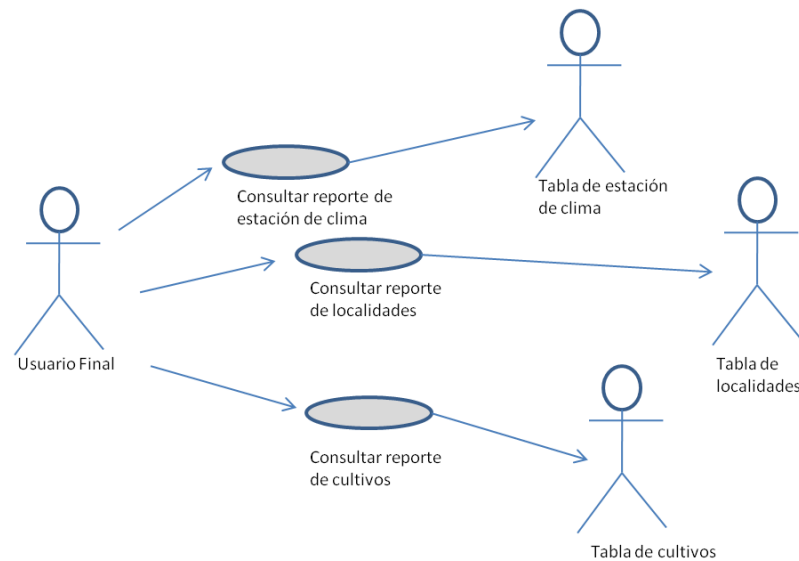


Fig. 4. Casos de Uso en que participa el actor principal Usuario Final

4. **Prototipo de interfaz del área de trabajo.** En la figura se muestra la plantilla prototipo que manejarán todas las pantallas de trabajo, a continuación se explica los componentes presentes:

- (1) Logo del sistema: Dentro del marco se representa el logo del sistema.
- (2) Nombre del sistema: El nombre del sistema sin abreviaturas.
- (3) Menú emergente: Presenta las opciones para el usuario que no requieren estar siempre visibles.
- (4) Tipo de usuario: Muestra al usuario activo y una lista de los objetos que realiza una acción.
- (5) Cuerpo de acciones: Área donde se visualizarán las acciones que sea seleccionada por el usuario.
- (6) Pie de marco: Muestra avisos de información.

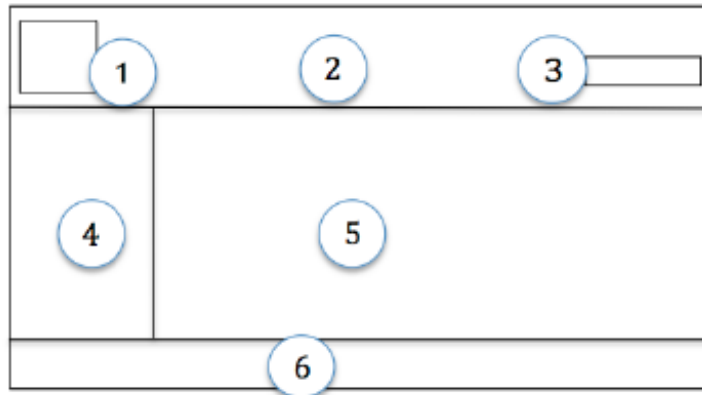


Fig. 5. Plantilla del prototipo del SMC

4.3 Diseño del sistema

El SMC fue diseñado orientado a objetos debido a que facilita la programación del modelo y permite un crecimiento modular del sistema. En la fase de análisis del sistema se construyó el Modelo del Dominio, el Diagrama de secuencias y los contratos de operaciones del sistema. De igual forma en la fase de diseño se construyó el modelo de diseño, que incluyó los diagramas de iteración de las operaciones del sistema y los diagramas de clases de diseño. Por otro lado, para cumplir con los requerimientos de almacenamiento del sistema, se definió una estructura de la base de datos en la que se guardara la información relativa a los datos.

Se definieron las entidades donde se almacenaran los datos que el SMC necesita, aplicando las reglas de normalización, para obtener relaciones que optimicen la integridad y funcionalidad del modelo, definiendo sus tipos de datos a cada atributo obtenido por el análisis de requerimientos y la revisión de los casos de uso. En la figura 5, se muestra el diagrama entidad-relación de la base de datos.

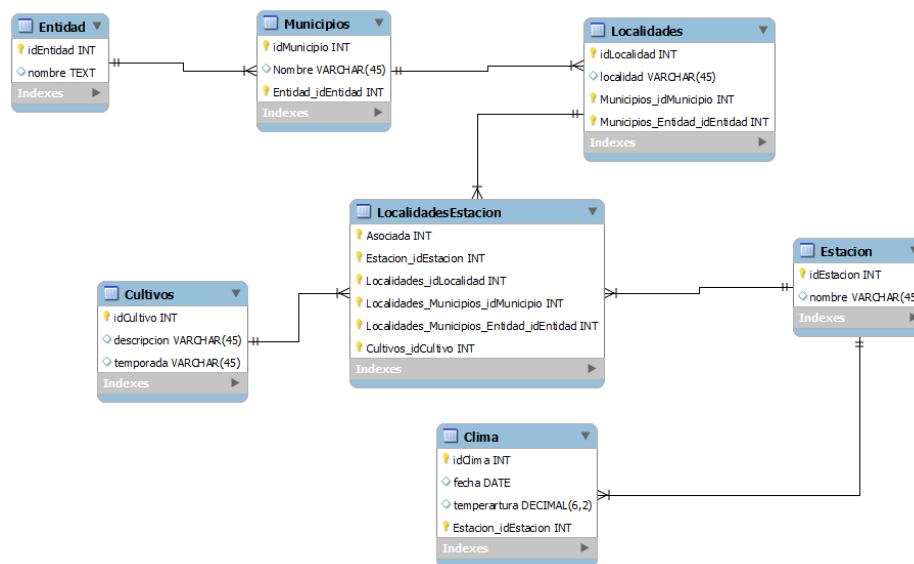


Fig. 6. Diagrama entidad-relación del SMC

5 Conclusiones y trabajos futuros

La importancia de los sistemas de monitoreo de clima para la toma de decisiones, es contar con la información necesaria para analizar posibles estrategias en el campo de cultivo. En la medida de poder generar reportes por periodos, permite observar las posibles consecuencias de mantener una temperatura en un periodo. Por otro lado, mientras el sistema de monitoreo acumule mas información de las temperaturas que se le van a agregar. El siguiente paso es el desarrollo de una metodología de predicciones a partir de la acumulación de años con las temperaturas generadas por las estaciones de clima.

Referencias

- [1] N. Cabral, J. Mena, G. Medina, I. Casas y R. Sánchez. *Sistema de alerta para conchuela del frijol y gusano cogollero en el estado de Zacatecas*. Folleto Técnico No. 44. Campo Experimental Zacatecas. Diciembre 2012
- [2] H. J. Critchfield. *General Climatology*. Prentice Hall Inc, pp. 453, 1983.
- [3] R. M. Rodríguez, Á. Benito y A. Portela. *Meteorología y Climatología*. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, pp. 170 , 2004.
- [4] T. Ayllón. *Elementos de la meteorología y la climatología*. Trillas, pp. 197, 1996.

- [5] C. Larman. *UML y patrones: una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado*. Prentice Hall, 2013.
- [6] M. J. Torres, A. D. Báez, J. L. Ramos, G. Medina, J. A. Ruíz y J. Grageda. *Red de estaciones Agrometeorológicas en zonas cañeras*. Publicación Especial No. 37. Campo Experimental Pabellón, Ags. CIRNOC-INIFAP, pp. 42. Febrero 2010.
- [7] Villalpando, J. y A. Ruiz C. *Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura*. Libro técnico. Editorial Limusa, pp 133. 1993.
- [8] F. Zalom, P. Goodell, L. Wilson, W. Barnett, and W. Bentley. *Degree-days: the calculation and use of heat unit in pest management*. Division of Agricultural and Natural Resources: University of California. Enero 1983.

Análisis cuantitativo del aprovechamiento de las TIC's en las micro y pequeñas empresas del sector restaurantero de la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez

Sergio Felipe López Jiménez ¹ Georgina Govea Valencia ² y Juan Alfredo Lino Gamiño ³

¹ Universidad de Colima-Facultad de Contabilidad y Administración de Colima, Av. Universidad 333, Colonia Las Víboras, Colima, Colima, 28040. México
sflopezj@ucol.mx

² Universidad de Colima-Facultad de Contabilidad y Administración de Colima, Av. Universidad 333, Colonia Las Víboras, Colima, Colima, 28040. México
ggovea@ucol.mx

³ Universidad de Colima-Facultad de Contabilidad y Administración de Tecomán, Km. 40.5 Autopista Colima-Manzanillo, Colonia La Estación, Tecomán, Colima, 28930. México
jlino@ucol.mx

Resumen. Esta investigación tiene como propósito analizar cuantitativamente el nivel de aprovechamiento de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) en las micro y pequeñas empresas del sector restaurantero de la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez, para conocer qué porcentaje de ellas utilizan la tecnología, los beneficios que han recibido y el tipo de herramientas de hardware y software que manejan.

Se aplicaron equitativamente 150 cuestionarios en restaurantes (de un universo de 244) que forman parte del Padrón de la Dirección de Inspección y Licencias del H. Ayuntamiento de Colima, clasificados en 5 categorías: 1) Restaurante, 2) Restaurante "A" (con venta de cerveza, vinos y licores), 3) Restaurante "B" (con venta de cerveza y vinos de mesa), 4) Restaurante "C" (con venta de cerveza) y 5) Restaurante Bar (con venta de cerveza, vinos y licores).

Los resultados indican que el 84% de los restaurantes encuestados cuentan con algún tipo de tecnología entre las que se encuentran: correo electrónico, telefonía fija y celular, WiFi, computadoras, sitios web, redes sociales (Facebook, Twitter, YouTube, LinkedIn y Skype principalmente) y software contable.

Palabras clave: Calidad en el servicio, MiPyMES, restaurante, TIC's.

1 Introducción

Las Nuevas Tecnologías de la Información (NTIC's) han modificado la naturaleza del comercio en general, ya que han contribuido a incrementar la competitividad de las empresas, así como los vínculos entre proveedores, productores y consumidores. De acuerdo con Briz y Laso (2001), la mayoría de las empresas deciden incursionar en el comercio electrónico y aprovechar las nuevas tecnologías de la información, porque quieren fidelizar a sus clientes, personalizar la atención brindada y acercarse a ellos de una manera más efectiva y rápida.

Actualmente el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's) en las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES), es un factor medular para integrar las actividades elementales de operación, ya que debido a la dinámica de sus negocios necesita sistemas de información que les permitan mantenerse vigentes en el mercado, estar a la vanguardia y obtener utilidades conforme a lo esperado por las organizaciones (Maldonado, Martínez, García et al., 2010).

Debido al elevado nivel de competitividad y a la globalización de la economía que se vive actualmente, las empresas se ven obligadas a buscar y diseñar propuestas innovadoras que les permitan aplicarlas en sus estrategias empresariales, para estar preparados cuando surjan las oportunidades (Torres, 2014).

Las TIC's representan una ventaja competitiva para quien las posee y una oportunidad de negocios para las PyMES, sin embargo, las pequeñas empresas son las que por tradición tardan más tiempo en adoptar las nuevas TIC's, así como otros tipos de tecnologías (educación, procesos, aprendizaje, etc.). Diversos estudios realizados en áreas específicas de las empresas demuestran que cuando éstas empiezan a utilizar las TIC's, los niveles de productividad crecen considerablemente. La implementación de la tecnología permite que los datos y las ideas se transformen, para dar paso a las oportunidades de mejora en la empresa.

La presente investigación es un acercamiento para conocer el nivel de aprovechamiento de las TIC's en el sector restaurantero de la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez, los principales beneficios que han obtenido al implementarlas, las herramientas de hardware y software que manejan, así como las ventajas, desventajas y limitaciones que tienen los negocios al incorporarlas a su modelo de negocio.

2 Las TIC's en México

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) son una de las herramientas más eficientes para detonar la productividad y competitividad de las empresas a lo largo de toda la cadena de producción, ya que (AMITI, 2006):

- Permiten mejorar la eficiencia de todos los mercados de producción.
- Su adopción no requiere de reformas legislativas complicadas y tardadas.
- Impactan la vida de todos los ciudadanos mejorando el acceso, la eficiencia y la eficacia de todos los servicios públicos, como salud y educación, entre otros.
- Transforman la comunicación entre la ciudadanía, y entre ciudadanos y gobiernos, haciéndola directa, personal e inmediata.

Desde hace varios años, a comparación de otros países, México ha invertido un bajo porcentaje de su Producto Interno Bruto (PIB) en tecnología. No únicamente el mercado interno de TIC's es pequeño con respecto al promedio mundial, sino también en algunos casos con economías emergentes similares a la nuestra, por ejemplo Brasil. La penetración de la banda ancha en empresas mexicanas es baja en comparación con el promedio de América Latina.

En México existen grandes brechas para incorporar las TIC's en las empresas, por ejemplo: las empresas de más de mil empleados gastan en promedio más de 5,000 dólares al año por empleado, mientras que en las medianas empresas el presupuesto no supera los 1,700 dólares. La situación es todavía más difícil en las Micro y Pequeñas empresas, porque ahí se gastan aproximadamente 500 dólares al año por empleado para este mismo rubro.

Las diferencias en la adopción de la tecnología entre zonas geográficas también son significativas. Las empresas que destinan un mayor porcentaje de su presupuesto a la tecnología se ubican en el norte y centro del país, mientras que las empresas ubicadas en la región Pacífico, Sureste y Oeste-Centro destinan menos recursos por trabajador que el resto del país. La escasa adopción de las TIC's en las Micro y Pequeñas empresas se debe principalmente a la baja percepción que tienen los empresarios de su valor práctico y utilidad.

2.1 Las TIC's en la industria restaurantera

Al introducir las TIC's en el ámbito restaurantera, el personal debe estar debidamente capacitado para usarlas, ya que deberán adaptarse a una nueva forma de trabajar. El uso de la tecnología puede generar distracciones entre los empleados y por consecuencia verse afectada la productividad y competitividad de la empresa.

El uso de la tecnología brinda la posibilidad de ampliar las oportunidades para hacer negocios, facilitar la expansión de productos, mejorar el servicio al cliente, adaptarse a los cambios, responder eficazmente a la demanda, mejorar las relaciones con los clientes y proveedores, así como alcanzar mejores posiciones en su mercado.

Estas tecnologías son factores de crecimiento económico y aumento de la productividad. Permiten crear estrategias para lograr un mayor número de consumidores potenciales, además de que facilitan la obtención de datos con relación a precios, mercados, empresas, productos, servicios, así como rapidez, comodidad y adaptabilidad a los clientes.

Actualmente, las tecnologías en el sector restaurantero se han enfocado en aspectos tales como:

- Software contable para la gestión de los restaurantes.
- Infraestructura tecnológica.
- Mercadotecnia y posicionamiento de los restaurantes a través de las redes sociales.

2.1.1 Aplicaciones para la gestión de restaurantes

Con la ayuda de las TIC's, la industria restaurantera ha logrado grandes beneficios como son: mejoramiento de las operaciones de la empresa, conocer mejor las necesidades de los clientes, ofrecer una mejor entrega del servicio, llegar a un mayor número de clientes y mercados, así como optimizar los recursos e incrementar su eficiencia.

Existe gran variedad de tecnología que se puede aprovechar en el sector restaurantero, que va desde instrumentos de cocina altamente calificados que controlan de manera autónoma la cocción de los alimentos, otros que ahorran energía y aplicaciones que ingresan automáticamente un pedido a la cocina del restaurant para agilizar procesos y tener satisfecho al cliente.

En cuestión de restaurantes, se diversifican los paquetes de software que se utilizan en los diferentes procesos que llevan a cabo para mejorar la calidad de cada uno de ellos, que van desde aplicaciones que pueden ser utilizadas por los propios administrativos, hasta las aplicaciones que pueden ser manejadas por los clientes. Algunas de las aplicaciones para teléfono celular inteligente o *Smartphone* que permiten la gestión de restaurantes se muestran a continuación:

Nombre	Logotipo	Link
Phood.me		https://www.phood.me/
Social zone		http://www.social.zone/
Signagelive		https://signagelive.com/digital-signage-for-qsr/
I Gemab		http://www.i-gemab.com/
Restaurant Finder		https://play.google.com/store/apps/details?id=com.akasoft.toppaces

Shopping Leeks		http://www.shoppingleeks.com/es/
Yelp		https://www.yelp.es/mobile
Zomato		https://www.zomato.com/es/mobile
OpenTable		http://www.opentable.com/m/mobile-apps/
PedidosYa		http://www.pedidosya.com/
Foodspotting		http://www.foodspotting.com/places/165963-todo-mexico-shoreline

Tabla 2. Aplicaciones para la gestión de restaurantes mediante teléfono celular inteligente.
Fuente: Propia.

2.1.2 Hábitos de los usuarios en Internet en México

De acuerdo con el 12° Estudio sobre los Hábitos de los Usuarios de Internet en México 2016 realizado por la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI), la penetración de Internet en México alcanza el 59.8% de la población, lo que equivale a 65 millones de internautas (Fig. 1). El principal dispositivo a través del cual los mexicanos acceden a Internet es el teléfono celular inteligente o *Smartphone* con un 77%, tendencia que registra un crecimiento significativo de 19 puntos porcentuales desde el año anterior (58%). El segundo dispositivo más utilizado es la *laptop* (69%), seguido de la computadora de escritorio (50%).

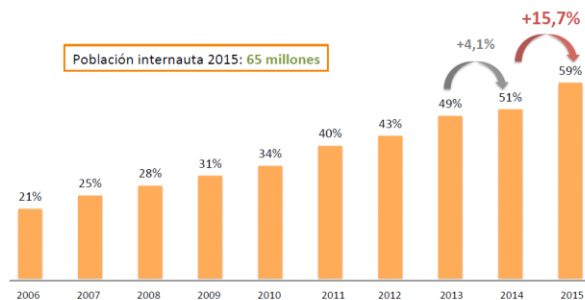


Fig. 1. Penetración de internautas en México. Fuente: (AMIPCI, 2016).

En promedio, los mexicanos dedican 7 horas y 14 minutos conectados a Internet, 1 hora y 3 minutos más con respecto al estudio de 2015 (11° estudio sobre los hábitos de los usuarios de internet en México 2015). En lo referente al lugar desde donde las personas se conectan a Internet destaca: a) el hogar con un 87% y b) cualquier lugar gracias a los dispositivos móviles con un 52%. El método de conexión más popular es a través de una red *WiFi* contratada con un 84%, seguido por otros medios como Plan de Datos con un 27% o una red *WiFi* disponible en lugares públicos con un 26%.

En el estudio también se menciona que los hábitos de los internautas están cambiando, ya que 3 de cada 4 personas utilizan las conexiones en línea para escuchar música, ver películas, la formación académica y administrar sus finanzas (en este último caso solamente el 9% de las personas llevan a cabo esta actividad en forma presencial que en línea).

Con respecto a usos personales o de ocio de las conexiones en línea, destaca cerca del 80% que lo utilizan para acceder a las redes sociales, por encima de enviar/recibir correos electrónicos y/o mensajes instantáneos. Otros usos relevantes son: ver películas/series en tecnología *streaming* y jugar en línea con un 96%. En lo que corresponde a uso profesional, sobresale el 37% que las utiliza para realizar gestiones con el Gobierno, el 31% las aprovecha para su formación académica y el 30% para realizar búsquedas de empleo en línea.

Respecto a las redes sociales (Fig. 2), *Facebook* es la preferida entre los mexicanos, tanto en conocimiento espontáneo y sugerido como en penetración, seguida por *WhatsApp* que es la red social que más utilizan con un promedio de 5 horas y 15 minutos al día, así como *YouTube*, *Instagram* y *Twitter*. En promedio, los mexicanos tienen presencia en 5 redes sociales.

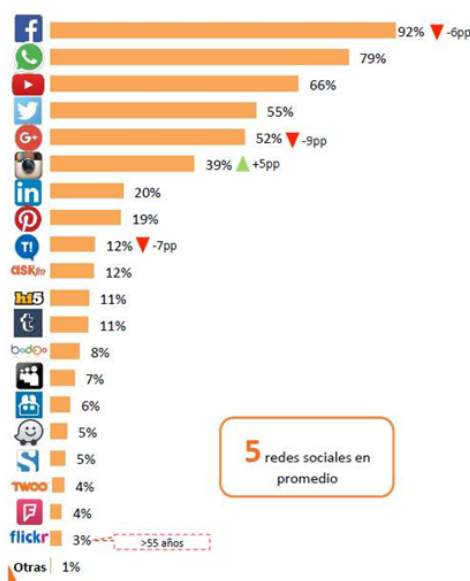


Fig. 2. Penetración de las redes sociales en México. Fuente: (AMIPCI, 2016).

Entre los dispositivos que utilizan los mexicanos para conectarse a las redes sociales sobresale el teléfono celular inteligente o *Smartphone*, sobre todo porque el auge de

Instagram y la inclusión de WhatsApp han disparado su uso (Fig. 3). Por dispositivo, WhatsApp es la red social más utilizada en los *Smartphones*, mientras que Facebook es la más usada en laptops y computadoras de escritorio, seguida por YouTube. Asimismo, Twitter tiene más uso en los *Smartphones* que en las computadoras.

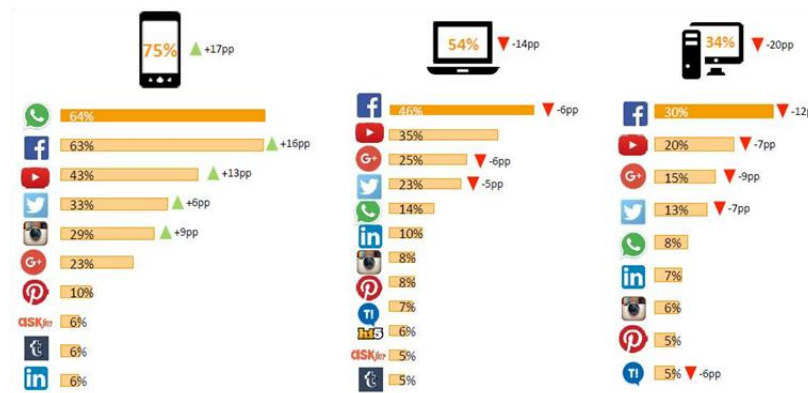


Fig. 3. Dispositivos de conexión a las redes sociales en México. Fuente: (AMIPCI, 2016).

Finalmente, los principales obstáculos que han tenido los mexicanos para tener un mayor acceso a Internet son: a) conexión lenta (30%), b) problemas técnicos con la compañía (26%) y c) costos elevados (25%), sin embargo, los problemas de acceso han venido disminuyendo, ya que el 38% manifestó que no había tenido ningún problema.

3 Metodología

El tipo de estudio que se realizó fue cuantitativo y su alcance es descriptivo. La población estudiada constó de 244 establecimientos clasificados de la siguiente manera: 1) Restaurante, 2) Restaurante “A” con venta de cerveza, vinos y licores, 3) Restaurante “B” con venta de cerveza y vinos de mesa, 4) Restaurante “C” con venta de cerveza y 5) Restaurante Bar con venta de cerveza, vinos y licores.

Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó la siguiente fórmula, la cual se recomienda utilizar cuando la población es pequeña:

$$n = \frac{N \cdot z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2 \cdot (N - 1) + z_{\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Fig. 4. Fórmula para determinar el tamaño de la muestra. Fuente: (Montesinos et al., 2009).

En donde:

n = tamaño de la muestra, obtenido a partir de la fórmula.

N = Tamaño de la población = 244.

z = nivel de confianza = $z(95\%) = 1.96$.

p = Proporción de individuos de la población que poseen la característica que se está estudiando = 0.5.

e = margen de error de 5% = 0.05.

Al hacer el cálculo respectivo, se obtuvo $n = 149.45953$. De esta manera, el tamaño de la muestra (n), es igual a 150. Los datos recabados en la encuesta fueron analizados mediante técnicas de estadística descriptiva (frecuencias), utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS).

4 Resultados

En lo que corresponde a la edad de los empresarios del sector restaurantero en la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez, los porcentajes están repartidos de la siguiente manera: 7% para 26 y 30 años, 13% para 31 y 35 años, 26% para 36 y 40 años, 31% para 41 y 45 años y 23% para los que tienen 46 años o más. Con respecto a la formación académica, el 40% de los propietarios tienen nivel básico (Primaria y Secundaria), el 31% cuentan con nivel medio superior y el 29% posee una Maestría o un Posgrado.

En cuestiones empresariales, el giro con mayor presencia en la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez es el de “Restaurante Bar con venta de cerveza, vinos y licores” con un 29%, le siguen el Restaurante “C” con venta de cerveza con el 24%, el Restaurante “B” con venta de cerveza y vinos de mesa con el 19%, el Restaurante “A” con venta de cerveza, vinos y licores con el 17% y la categoría Restaurante con el 11%. La diferencia de 18% entre la categoría “Restaurante Bar con venta de cerveza, vinos y licores” y “Restaurante” está determinado indudablemente por la venta de bebidas alcohólicas.

Con respecto al aspecto financiero, el 78% de los propietarios invierte en promedio de \$1,000 a \$5,000 en tecnología para sus restaurantes, 17% entre \$6,000 y \$10,000 y 5% entre \$11,000 y \$20,000. La frecuencia con la que invierten en tecnología, el 71% lo hace cada año, el 26% cada mes y el 3% cada semana. Asimismo, el 74% de los propietarios de los restaurantes tienen planes a futuro para invertir en tecnología,

principalmente en equipo de cómputo, actualizaciones o complementos, mientras que el 26% no lo tiene contemplado.

El 84% de los restaurantes encuestados implementan tecnología básica en sus negocios, como el Internet, correo electrónico y telefonía fija y móvil para atender a sus clientes. Los proveedores de estos negocios en su mayoría son nacionales (71%), el 27% son locales y solamente el 2% son internacionales.

En el caso de la tecnología que utilizan los restaurantes de la zona conurbada Colima-Villa de Álvarez, la aprovechan principalmente para comunicarse, atender al cliente, facturar, pagar impuestos, controlar inventarios y llevar la contabilidad del negocio.

5 Conclusiones

Por medio de esta investigación pudo apreciarse que las micro y pequeñas empresas del sector restaurantero de la zona Colima-Villa de Álvarez no están aprovechando al máximo los beneficios de las TIC's, al carecer de una estrategia tecnológica que les permita obtener mejores resultados, el marketing digital es escaso o deficiente, en algunos casos el contenido que ofrecen en sus sitios Web o en las redes sociales carece de valor para el cliente y/o no está actualizado, también están desaprovechando el mercado potencial que representan los usuarios con teléfonos celulares inteligentes o *Smartphones* con acceso a Internet para que a través de aplicaciones sencillas y económicas pudieran estar en contacto permanente con sus clientes, conocerlos mejor y a través de esta interacción generar valor y mayores beneficios económicos.

Referencias

- [1] AMIPCI. (2015). *11° estudio sobre los hábitos de los usuarios de internet en México 2015*. México: Asociación Mexicana de Internet.
- [2] AMIPCI. (2016). *12° Estudio sobre los Hábitos de los Usuarios de Internet en México 2016*. México: Asociación Mexicana de Internet.
- [3] AMITI. (2006). *Políticas Públicas en Materia de TIC's para impulsar la Competitividad de México*. México: Asociación Mexicana de la Industria de Tecnologías de Información.
- [4] J. Briz y I. Laso. (2001). *Internet y Comercio Electrónico*. Madrid, España: Mundi Prensa Libros S.A.
- [5] G. Maldonado, M. Martínez, D. García et al. (2010). La influencia de las TICs en el rendimiento de la PyME de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 47, 57-64.
- [6] O. Montesinos et al. (2009). *Muestreo estadístico. Tamaño de muestra y estimación de parámetros*. México: Universidad de Colima.
- [7] J. Torres. (2014). *Uso de las TIC en el crecimiento y desarrollo de las empresas*. Trabajo de fin de Máster. Cartagena, Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena.

LAS TIC, USO Y ADOPCIÓN EN LAS OAP A NIVEL GOBIERNO FEDERAL

Dra. Zoily Mery Cruz Sánchez¹
Dr. Enoch Yamil Sarmiento Martínez²
Dra. Laura de Jesús Velasco Estrada³

Universidad Autónoma de Chiapas, Boulevard Belisario Domínguez Km. 1081,
Colonia centro, C.P. 29020, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

¹zmcruz2@hotmail.com (9615793086)

²ensama2002@yahoo.com.mx (9611794038)

³lau-velasco@hotmail.com (9611329188), C.P. 29020

Resumen. En esta investigación se pretende comprender cómo la admisión, el uso y la adopción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) producen cambios en la oferta y la demanda de los servicios que ofrecen las organizaciones de la administración pública (OAP), siendo afectados los usuarios en sus hábitos y rutinas. El análisis se sitúa en los patrones de comportamiento establecidos en la subsidiariedad de las actividades de los actores en la relación con su entorno. Ésta es la primera mirada de la investigación, analizar comportamientos, hábitos, costumbres, rutinas, actuación y percepción en cuanto a gustos y preferencias en la introducción y uso de las TIC según Castells (1996, 1999, 2006a, 2006b); Pérez (1989, 2002); Dabat y Rivera (2004). Se trata la relación y el comportamiento de las OAP en los nuevos procesos, en estas formas de reorganizar a los actores en la gestión al interactuar con su entorno como un sistema abierto, en este caso la plataforma de Internet por medio de portales, sitios y páginas web.

Palabras clave. TIC (Tecnología de Información y Comunicación), OAP (Organización de la administración Pública), comportamiento, hábitos, adopción.

Introducción

Problema de investigación

Se busca explicar que ante la especificidad de cada territorio en cuanto a actores, recursos institucionales, cultura e identidades habrá contrastes entre los cambios provocados dentro y entre las organizaciones. En este caso interesa analizar el comportamiento, causas y cambios tanto de la organización gubernamental como de los usuarios de los servicios a disposición.

En el tema de las instituciones gubernamentales se observará los procesos de los portales, sitios y páginas web de las OAP (Organización de la Administración Pública). Se busca explicar cuáles son los problemas que genera la relación gobierno/usuario mediada por las TIC y de qué manera se les resuelve. Desde el enfoque del institucionalismo se busca comprender cómo evolucionan las reglas de estos nuevos vínculos, sobre todo ante usuarios diferenciados.

En este análisis, de acuerdo con la pluralidad de los comportamientos respecto a causas, procesos y resultados de la interacción de los actores con su entorno, se teje entonces el hilo conductor para analizar las conductas y cómo se estructuran estos patrones y así normar y regularizar los cambios.

Objetivo general

Analizar los procesos de adopción, operatividad, aplicación y servicios que provocan el uso de las TIC en las OAP y de qué manera los usuarios aceptan estos cambios para determinar cómo se articulan métodos de institucionalización en los cuales los actores generan estrategias para adaptarse modificando hábitos y rutinas.

Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los servicios que ofrecen las OAP y la calidad que tienen al mediar con los portales, sitios y páginas web, a los usuarios residentes en el estado de Chiapas?
- ¿Qué efectos provoca la utilización de las TIC para prestar servicios por parte de las OAP a los usuarios de los servicios públicos en el Estado de Chiapas?
- ¿Cuáles son los procesos de institucionalización que genera utilizar las TIC para la prestación de servicios públicos?

Estado del arte

Revolución Tecno económica uso de las TIC

El uso de las TIC en las organizaciones de la administración pública, (OAP) para lo cual me apoyo en Castells (1996, 1997, 2006a, 2006b) quien da cuenta del surgimiento de una nueva era informacional denominada también sociedad de la información con el uso de las TICS.

En otra consideración Pérez (1989, 2002) explica que las TIC son características de un nuevo paradigma al que denomina tecno económico, clasifica en un sistema multidimensional que se divide en cuatro dimensiones para su estudio, considera a los factores económicos y tecnológicos, en esta clasificación tipifica a las innovaciones tecnológicas y su incidencia en la economía y en la sociedad, lo cual abona a esta investigación y está dentro de la veta de estudio. En este paradigma Pérez (1989)

clasifica cuatro dimensiones la primera dimensión refiere al costo-beneficio que ofrecen las TIC en el proceso de adquisición, disponibilidad y uso en el momento de incorporarse a la oferta y la demanda de productos y servicios que ofrecen a las organizaciones. La segunda dimensión se denomina de gestión en donde se desarrolla todo aquel quehacer práctico y de servicios que ofrecen las organizaciones con las nuevas técnicas y formas de gestión que derivan del uso y adopción de las TIC.

En esta explicación considero también la participación de Dabat y Rivera (2004) señalan que las TIC generan cambios en la actuación, percepción y adopción de los actores, ya que cada actor tiene su propia identidad, construida y se moldea, cambia en el conjunto de servicios que se oferta.

En estos procesos se olvida la dimensión cultural y se procede como si no existieran normas tácitas o explícitas, valores, prejuicios, pautas de comportamiento, hábitos, costumbres. En estos casos los presuntos cambios quedan en el papel no se reflejan en los miembros de la organización, porqué esas transformaciones no tomaron en cuenta la compleja trama de las culturas específicas, existentes en la organización, por tanto los procesos de construcción de las identidades de los actores se realizan en la familia, en la escuela, en el trabajo y se moldean en el conjunto de servicios que aceptamos diariamente y que ocupan buena parte de nuestro tiempo libre. Las TIC cambian la espacialidad de la relación de los procesos donde participan los actores entre gobierno-ciudadano al relacionarse con la organización pública municipal.

Cambios en el comportamiento de los actores en las (OAP) “Institucionalización”

Las TIC generan y provocan cambios en los actores, tanto en el comportamiento, en los hábitos, en las costumbres, en las rutinas, en los gustos, preferencias, en el actuar mismo de la subdiariedad de sus actividades interrelacionándose con su entorno, en un sistema social abierto. Por lo tanto esta investigación continua con el hilo conductor de cambios institucionales en las (OAP), sustento en Lapassade (2000), Ayala (2003, 2005), Hodgson (1993, 1997, 1998, 2006) y Gandlgruber (2010).

Se Sitúa el discurso en la perspectiva de las teorías de la (EIO) Economía Institucional Original y propuestas innovadoras en las (OAP) y en la nueva perspectiva de la NGP de Araya y Cerpa (2008) que sitúan las contribuciones de Hood (1989) como el crítico más preponderante que estudió a este fenómeno de cambios de la administración pública tradicional, a la NGP en este tejido de cambios y modificaciones se genera una sociedad de la información Castells (2006a) donde las TIC interactúan en estas nuevas formas de reorganizar a los actores en la organización de la NGP en los nuevos procesos, en nuevos valores, en nuevas formas de desempeñar la gestión pública.

Las organizaciones y la institucionalización.

Una organización contiene una estructura interna de reglas diseñadas con los acuerdos de orden institucional, de tal forma que las organizaciones señala Ayala (2003) son estructuras económicas, administrativas, políticas y sociales donde los agentes realizan intercambios, además de lo que plantea Hodgson (2006) sobre la intencionalidad del comportamiento humano que es al mismo tiempo causa y consecuencia de esa

conducta en presencia de instituciones y lo describe como una alternativa al individualismo metodológico, lo interesante de esta propuesta es un esquema dinámico interactivo llamado causalidad reconstitutiva que interrelaciona al actor con el entorno institucional.

En esta explicación Hodgson (2006) y Arocena (2010) convergen en la aportación donde el entorno está ligado al comportamiento de cada actor y modifica, altera, cambia su actuación de manera independiente, generando una relación actor-institución. La causalidad reconstitutiva reconoce que los individuos no son autónomos porque, por medios de procesos de enculturación se puede modificar su aprendizaje y sus preferencias, pueden haber cambios en los procesos cognitivos de los actores.

Al mismo tiempo el entorno no domina totalmente a los individuos, en el sentido de actor social por medio de su práctica participa en la construcción de las instituciones.

Por lo tanto las instituciones operan como mecanismos de control social y del ejercicio de la acción colectiva. Por lo que Hodgson (2004) propone que las instituciones permiten, limitan y contribuyen a construir patrones de comportamiento en las interacciones sociales de los actores. La importancia de las instituciones se debe a su capacidad de crear expectativas estables sobre el comportamiento de los actores y de los grupos.

Metodología utilizada

Se utiliza el muestreo el cual es una herramienta de la investigación científica cuya función básica es determinar qué parte de una población se debe examinar con la finalidad de hacer inferencias sobre la población. El método para este proyecto de investigación es el no probabilístico, mediante el cual se selecciona a los actores con determinados criterios, en la medida que la muestra sea representativa.

a) Se observó el comportamiento de las (OAP) a nivel federal a partir de los organigramas de diversos sexenios del gobierno del estado de Chiapas para analizar si la estructura administrativa se ha ido simplificando o ha seguido la inercia de generar estructuras administrativas más complicadas, además se trata de observar si el aparato administrativo disminuye como lo plantea la NGP o por el contrario sigue la inercia de crecimiento de acuerdo a la perspectiva burocrática.

b) Se observó los portales, sitios y páginas web, de las dependencias, que han sido rediseñadas con la finalidad de conocer los servicios que ofrecen las (OAP) a nivel federal a los diversos actores que utilizan las TIC.

Para construir el instrumento de observación se toman las propuestas del Banco Mundial (2005)¹⁸ sobre las aplicaciones del gobierno electrónico y las condiciones

¹⁸ El Banco Mundial en su reporte *E-Government Knowledge Map* (2005), Mapa de Conocimiento de Gobierno Electrónico, explica que éste pasa por las etapas de: 1. Publicación: Se refiere únicamente a ofrecer información a los ciudadanos por medio de un portal gubernamental, 2. Interacción: Respecto a

favorables del mismo para la estandarización, regulación y desarrollo de la presentación de la información en los diferentes países que están adheridos a la ONU con la finalidad de unificar criterios de usos y aplicaciones en el desarrollo y presentación de la información en los portales, sitios y páginas web. Dentro de la gestión de los asuntos públicos se consideran tareas esenciales del gobierno como: documentación, registros, información, comunicación interna, información ejecutiva. En otro rubro denominado transparencia se integran portales oficiales, publicación en línea de leyes, decretos y normas, en otra clasificación la etiquetan como participación y está integrada de peticiones, notificaciones y comentarios en línea.

Para este análisis se eligieron secretarías en el nivel de gobierno federal, lineamientos y parámetros de los organismos internacionales y la Secretaría de la Función Pública, la cual es la encargada de regular la calidad y eficiencia de las actividades que realiza el estado de manera directa a través de la administración pública, a nivel federal son once, Secretarías de Gobernación, Relaciones Exteriores, Defensa Nacional, Marina Armada de México, Seguridad Pública, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Energía, Economía, el Servicio de Administración Tributaria y las comisiones Nacional de Acuicultura y Pesca y Nacional del Agua como las instancias que cumplen con los requisitos y lineamientos en los rubros antes señalados.

c) El análisis versa sobre tres características primera informativa, segunda interactiva no transaccional (comunicación bidireccional) y tercera interactiva transaccional (trámites en línea). La segunda categoría de estudio es la de interacción la cual se refiere a establecer una comunicación bidireccional entre los actores y alguna dependencia gubernamental a través de un sitio o página de Internet utilizando los medios asociados como correos electrónicos, Chat o redes sociales. La tercer categoría de análisis es la de trámites esta implica poder realizar un trámite o servicio completamente desde un sitio o página de alguna organización de la administración pública.

La información se analizará y se capturará en las tablas observables (ver anexo I tablas de Información, Interacción y Trámite en la dependencia Federal) como instrumentos de recopilación de datos en donde utilizaré mediciones dicotómicas que darán cuenta de forma muy puntual y estricta de la ponderación de las unidades de observación con respecto al atributo de interés; por las características de las variables a medir

d) Las otras unidades de análisis lo constituyen los diversos usuarios de los servicios ofrecidos por las organizaciones de la administración pública consideramos a tres grupos los que realizan trámites para sí mismo que hemos denominado actores diversos, a usuarios con actividad profesional ligada a realizar trámites ante la administración pública y empresas que se relacionan de diversas formas con la administración pública.

establecer una comunicación bidireccional entre el ciudadano y alguna dependencia de gobierno mediante Internet, 3. Transacción: Implica realizar un trámite o servicio completamente desde un sitio oficial.

Se aplicaron cuestionarios de tres tipos (ver anexo II), del primer instrumento enfocado a los actores diversos se aplicaron 100, del segundo a los actores profesionistas se aplicaron 20 y del tercero dirigido a empresarios se aplicaron 10, con la finalidad de observar cómo perciben y se comportan este tipo de usuarios ante las condiciones que presentan los portales, sitios y páginas web, a través de consultas, búsquedas, interacción bidireccional, llenado e impresión de formatos y diversas transacciones que ofrece la AP.

Resultados experimentales

Tabla 1: Acceso al uso de las TIC en viviendas particulares en el país, Chiapas y Tuxtla Gutiérrez.

	NACIONAL		CHIAPAS		TUXTLA	
	No. viviendas	%	No. viviendas	%	No. viviendas	%
Radio	22'373,499	79.51	708,316	66.1	112,344	78.09
Televisión	26'048,531	92.57	822,036	76.7	136,652	94.99
Teléfono fijo	12'055,701	42.84	175,273	16.3	59,687	41.49
Teléfono móvil	18'318,374	65.10	461,973	43.1	118,122	82.11
Computadora	8'279,619	29.42	135,322	12.6	53,595	37.25
Internet	6'004,315	21.33	76,943	7.2	37,263	25.90
Total	28'138,556		1'090,914		143,852	

Fuente: Censo de Población 2010. INEGI

Los indicadores anteriores presentan problema de acceso a computadora e Internet en general para el estado de Chiapas. Sin embargo, hay polarización al interior, pues en el municipio de Tuxtla el ingreso a estas TIC está por encima de los valores nacionales.

Es importante considerar estos resultados porque, según el planteamiento de reorganización de la administración pública, es necesario que los ciudadanos tengan acceso a las TIC ya sea en sus hogares o en centros prestadores de tales servicios, en este caso los “cibers”, locales con Internet, situación cuyo impacto en este trabajo no es considerada. Para Tuxtla hay una base que refleja en los porcentajes la cuarta parte de los hogares, el 26 por ciento, cifra que supera a la nacional.

Tabla 2: Observación de variables¹⁹ ligadas a tipos y características de la información presentadas en las plataformas de Internet de las OAP a nivel federal.

		Clave de acceso	Registro en base de datos	Instrucciones de llenado	Formato	Firma electrónica	Solicitud de cita	Emisión de documento	Vínculo para trámite mediante otra página	Pago	Pago vía Internet	CALIF
Secretaría de Relaciones Exteriores	Pasaporte	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	MB
	Nacionalidad y naturalización: certificado de nacionalidad mexicana	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	MB
	Permisos para la constitución de sociedades	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	B
	Permisos para la constitución de fideicomisos	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	MB
	Legalizaciones de documentos	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	MB
	Venta de publicaciones del acervo histórico diplomático	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	B
	Adquisiciones por extranjeros: convenio de renuncia para obtener concesiones para exploración y explotación de minas y aguas en territorio nacional	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	MB

Fuente: Elaboración con base en observación y consulta en la Secretaría de Relaciones Exteriores.

Esta tabla corresponde a la primera etapa de análisis, llamada Informativa, que trata el comportamiento de las variables cualitativas, las cuales indican cantidad y calidad de la información. Acerca de ésta, el cumplimiento de cierto número de parámetros muestra la que presenta el portal de la Secretaría de Relaciones Exteriores con base en la calificación mediante valores dicotómicos.

Se decidió por esta OAP precisamente porque cumple con la mayoría de los parámetros de calidad y las normatividades de los organismos internacionales señalados en los rubros anteriores. Ésta permite hacer pagos vía Internet solamente a personas físicas que cuenten con clave de banca electrónica (Bancanet), caso estricto que descarta a personas morales y grupos. Es un acercamiento del servicio mediado por las TIC a los usuarios, con la finalidad de optimizar tiempos y espacios.

¹⁹ Escala de calificaciones: De 1 a 2 = Deficiente; de 3 a 4 = Regular; de 5 a 6 = Bien; de 7 a 8 = Muy Bien; 9 a 11 = Excelente.

Tabla 3: Observación de variables²⁰ ligadas a tipos y características de la información presentadas en las plataformas de Internet de las OAP a nivel federal

		Clave de acceso			Registro en base de datos			Instrucciones de llenado			Formato			Firma electrónica			Solicitud de cita			Emisión de documento			Vínculo en la página para trámite a través de otra página			Pago			Pago vía Internet			CALIF
		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Secretaría de Economía	Firma digital	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B		
	Autorización para el establecimiento de personas morales extranjeras en la República Mexicana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MB		
	Solicitud de logotipo hecho en México	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	B		
	Autorización para el uso de unidades previstas en otros sistemas de medición	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	R		
	Certificación a solicitud de parte de normas oficiales mexicanas competencia de la Secretaría de Economía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MB		
	Asignación del Código Identificador de Fabricante Internacional (CIF)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EX		
	Solicitud de inscripción en el Registro Nacional de Inversiones Extranjeras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	MB		
	Certificados de origen TLC G3 electrónicos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EX		

Fuente: Elaboración con base en observación y consulta en la Secretaría de Economía.

Esta OAP federal es elegida por cumplir con la mayoría de los parámetros de calidad de información y presentación.

En este caso se tiene la lectura en dos servicios, el primero la asignación del código identificador del fabricante internacional y el segundo respecto a certificados de origen TLC G3 electrónicos con calificación de excelente. Portal, sitio y páginas web ofrecen información en línea de manera que los usuarios puedan mediar con las TIC para gestionar servicios. En esta relación se van tejiendo nuevas estructuras de organización, en formas que la AP presenta para tener un mayor acercamiento gobierno-gobernados con la finalidad de fomentar la transparencia y la eficacia (Castells 2006a; Aguilar 2009).

²⁰ Escala de calificaciones: De 1 a 2 = Deficiente; de 3 a 4 = Regular; de 5 a 6 = Bien; de 7 a 8 = Muy Bien; 9 a 11 = Excelente.

Conclusiones

El eje central del análisis de este proyecto de investigación se sitúa en los patrones de comportamiento que los sujetos sociales establecen en la cotidianidad de sus actividades en relación con su entorno para observar de qué manera las tecnologías generan cambios en el desarrollo de los individuos que se convierten en rutinas y luego en reglas.

Se toma el enfoque del institucionalismo para analizar cómo la introducción de las TIC en las OAP propicia cambios sociales y la evolución de las reglas de interacción social cuando la espacialidad de las relaciones es transformada al no realizarse mediante la gestión de los asuntos públicos sino en lo virtual.

Autores como Castells (1996, 1999, 2006a, 2006c), Pérez (1989, 2002), Dabat y Rivera (2004), Araya y Cerpa (2008) y Arocena (2010) muestran que muchos países han adoptado las TIC para transformar a las OAP, provocando profundos cambios en las sociedades, y ante la necesidad de hacer más eficiente y transparente la gestión del ámbito público son un instrumento necesario.

Sin embargo, las evidencias señalan un lento proceso de crecimiento de las interacciones mediadas por las plataformas debido a que la AP no tiene una estrategia de cumplir actividades que redunden en un cambio cultural de los usuarios muchas veces motivados por aspectos técnicos, pese al conjunto de leyes y normas que el Poder Legislativo emite tanto en el ámbito federal como en el estatal.

Para este análisis de investigación se crearon tablas observables de tipo informativa, interactiva y trámites, son los tres modelos que utiliza el Banco Mundial (2010) y el Fondo Monetario Internacional (2011); así también se generaron gráficas (de las Secretarías más consultadas para realizar trámites, servicios que se consultan en estas páginas, problemas con los que los usuarios encuentran cuando interactúan, entre otras) de las once secretarías consultadas (Secretarías de Gobernación, Relaciones Exteriores, Defensa Nacional, Marina Armada de México, Seguridad Pública, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Energía, Economía, el Servicio de Administración Tributaria y las comisiones Nacional de Acuacultura y Pesca y Nacional del Agua).

Estos datos se procesaron y se obtuvo la siguiente evidencia: la secretaría más consultada a nivel federal es el Servicio de Administración Tributaria (SAT), el principal problema que los diferentes actores encuentran al interactuar con las TIC para asesorías, consultas, peticiones y quejas es que la página se satura durante el proceso.

El documento más consultado en línea a nivel federal es la CURP, los resultados que arrojaron son que los actores prefieren utilizar Internet para realizar sus trámites, pero no tienen seguridad en el uso. Primordialmente los tres tipos de usuarios que se estudiaron (actores diversos, actores profesionistas y actores empresariales) presentan diferentes comportamientos en cuanto a los gustos y preferencias de cada uno de ellos lo cual se ve en las tablas observables y se refleja en las gráficas. Por tanto, es

necesario acortar los territorios informativos, individualizando las funciones de los actores, por lo que es loable el colectivismo metodológico de Durkheim (1990), estudiar al individuo y su entorno para conocer las necesidades y adaptarlas de manera automatizada en estas nuevas formas de organizar la información, en esta sociedad globalizada en la que estamos inmersos.

Referencias

- [1] Aguilar, L. F. (2009). *Gobernanza y gestión pública* (3a ed.). Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- [2] Araya M., E. y A. Cerpa (2008). La nueva gestión pública y las reformas en la administración pública chilena. *Revista de Estudios Politécnicos* 7 (11). Instituto de Asuntos Públicos de la Universidad de Chile, Chile.
- [3] Arocena, J. (2010). *Las organizaciones humanas, de la racionalidad mecánica a la inteligencia organizacional* (1a ed.). Grupo Magro. Uruguay
- [4] Ayala, J. (2003). *Instituciones para mejorar el desarrollo. Un nuevo pacto social para el crecimiento el bienestar* (1a ed.). Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- [5] Ayala, J. (2003). *Instituciones para mejorar el desarrollo. Un nuevo pacto social para el crecimiento el bienestar* (1a ed.). Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- [6] Banco Mundial (2005). *E-Government Knowledge Map: presencia, interacción y transacción*. Recuperado en noviembre de 2013 de http://www.infodev.org/infodev-files/resource/InfodevDocuments_821.pdf.
- [7] Banco Mundial (2010). *El Grupo del Banco Mundial*. Recuperado el 5 de enero de 2010 de <http://www.bancomundial.org/>.
- [8] Castells, M. (1996). The information age: economy, society and culture. *The rise of network society* (Vol. I). Malden, Massachusetts; Blackwell. Oxford, United Kingdom.
- [9] Castells, M. (1997). The information age: economy, society and culture. *The power of identity* (Vol. II). Malden, Massachusetts; Blackwell. Oxford, United Kingdom.
- [10] Castells, M. (1999). The information age: economy, society and culture. *End of millenium* (Vol. III). Malden, Massachusetts; Blackwell. Oxford, United Kingdom.
- [11] Castells, M. (2006a). La sociedad red. En M. Castells, *La era de la información: economía, sociedad y cultura* (Vol. I, pp. 55-90). Siglo XXI. Madrid, España.
- [12] Castells, M. (2006b). El poder de la identidad. En M. Castells, *La era de la información: economía, sociedad y cultura* (Vol. II, pp. 29-87). Siglo XXI. Madrid, España.
- [13] Castells, M. (2006c). Fin de milenio. En M. Castells, *La era de la información: economía, sociedad y cultura* (Vol. III, pp. 376-403). Siglo XXI. Madrid, España.
- [14] Dabat, A. y M. Á. Rivera (2004). Nuevo ciclo industrial mundial e inserción internacional de países en desarrollo. En A. Dabat, M. Á. Rivera y J. Wilkie, *Globalización y cambio tecnológico. México en el nuevo ciclo industrial*. Universidad de Guadalajara, Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad de California en Los Ángeles, Profmex (El Consorcio Mundial para la Investigación sobre México), Juan Pablos Editor. México, D. F.
- [15] Durkheim, É. (1990). *Educación y sociología*. Península. Barcelona, España [15]FMI (2011). *Fondo Monetario Internacional*. Recuperado en julio de 2011 de <http://www.imf.org/external/spanish/>.
- [16] Gandlgruber, B. (2010). Instituciones, coordinación y empresas. Análisis económico más allá de mercado y Estado. *Anthropos*. México, D. F.
- [17] Hodgson, G. (1988). *Economics and institutions: a manifesto for a modern institutional economics*. Polity Press. Cambridge, United States of America.
- [18] Hodgson, G. (1993). *Economics and evolution: bringing life back into economics*. Polity, Cambridge and University of Michigan. United States of America.

- [19] Hodgson, G. (1997). The ubiquity of habits and rules. *Cambridge Journal of Economics*, 21 (6), pp. 663-84. United States of America.
- [20] Hodgson, G. (1998). The approach of institutional economics. *Journal of Economic Literature*, 36 (1), pp. 166-92. United States of America.
- [21] Hodgson, G. (2003). The hidden persuaders: institutions and individuals in economic theory. *Cambridge Journal of Economics* 27 (2), pp. 159-75. United States of America.
- [22] Hodgson, G. (2004). Opportunism is not the only reason why firms exist: why an explanatory emphasis on opportunism may mislead management strategy. *Industrial and Corporate Change* 3 (2), pp. 401-418. United States of America.
- [23] Hodgson, G. (2006). The nature and units of social selection. *Journal of Evolutionary Economics*, 16 (5), pp. 477-489. United States of America.
- [24] Hodgson, G. (2007). *Economía institucional y evolutiva contemporánea* (1a ed.). Universidad Autónoma Metropolitana. México, D. F.
- [25] Hood, C. (1989). Public administration and public policy: intellectual challenges for the 1990s. *Australian Journal of Public Administration* (48), pp. 346-358.
- [26] Lapassade, G. (2000). *Socioanálisis y potencial humano*. Gedisa, S. A. Barcelona, España.
- [27] Lapassade, G. (2008). La transformación de la burocracia. En G. Lapassade, *Grupos, organizaciones e instituciones* (pp. 53-108). Gedisa. México, D. F.
- [28] Pérez, C. (1989). *Technical change, competitive restructuring and institutional reform in developing countries*. SPR Publications, The World Bank. Washington, D. C., United States of America.
- [29] Pérez, C. (2002). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. Siglo XXI. México, D. F.
- [30] Pérez, C. (2009). La otra globalización: los retos del colapso financiero. *Revista Latinoamericana de Economía* 40 (157).

Anexo I

Tabla 4: Tabla Informativa²¹

	LyN	Pre	Dir	Suel	Org	CV	Agén	Lic	Prog	Inf	Pub	Noti	Dir	BC	LINEAM	%	CALI
Secretaría de Gobernación	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	6	43	D
Secretaría de Relaciones Exteriores	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	11	79	MB
Secretaría de la Defensa Nacional	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	8	57	R
Secretaría de Marina	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	9	64	B
Secretaría de Seguridad Pública	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	9	64	B
Federal Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	9	64	B
Secretaría de Energía	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	9	64	B
Secretaría de Economía	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	9	64	B
Servicio de Administración Tributaria	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	8	57	R
Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	10	71	B
Comisión Nacional del Agua	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	8	57	R

Fuente: Elaboración con base en observación propia.

Tabla 5: Tabla Interactiva

		CORREO			CHAT			REDES SOCIALES			CAL
		QUEJAS	SOLICITUDES	BOLETINES	QUEJAS	SOLICITUDES	ASESORÍA EN LÍNEA	FACEBOOK	TWITTER	YOUTUBE	
Federal	Secretaría de Gobernación	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Secretaría de Relaciones Exteriores	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Secretaría de la Defensa Nacional	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Secretaría de Marina	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Secretaría de Seguridad Pública	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Secretaría de Energía	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Secretaría de Economía	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Servicio de Administración Tributaria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EX
	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca	1	1	0	0	0	0	1	1	1	B
	Comisión Nacional del Agua	1	1	0	1	1	1	0	1	0	B

Fuente: Elaboración con base en observación propia.

²¹ Nomenclaturas de la tabla informativa: LyN (Leyes y normas), Pre (Presupuestos), Dir (Directorios), Suel (Sueldos), Org (Organigrama), CV (*Curriculum Vitae*), Agén (Agenda), Lic (Convocatoria, adquisición y licitación), Prog (Información sobre programas de la dependencia), Inf (Información sobre servicios), Pub (Publicaciones), Noti (Noticias, novedades, salas de prensa), Dir (Dirección con mapa geográfico), BC (Base de consulta). Calificaciones de las variables: De 13 a 14 = Excelente, de 11 a 12 = Muy bien, de 09 a 10 = Bien, de 07 a 08 = Regular, de 01 a 06 = Deficiente.

Tabla 6: Tabla de trámites

		Trámites analizados	Trámites parciales	Trámites con emisión de documentos
Federal	Secretaría de Gobernación	9	8	1
	Secretaría de Relaciones Exteriores	7	7	0
	Secretaría de la Defensa Nacional	5	5	0
	Secretaría de Marina	6	6	0
	Secretaría de Seguridad Pública	6	2	4
	Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	10	10	0
	Secretaría de Energía	10	10	0
	Secretaría de Economía	8	3	5
	Servicio de Administración Tributaria	11	5	6
	Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca	8	7	1
	Comisión Nacional del Agua	6	0	6

Fuente: Elaboración con base en observación propia.

Anexo II

Actores Diversos

I. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS GENERALES

1. Nivel de escolaridad:

- A) Primaria B) Secundaria C) Bachillerato D) Técnica E) Profesional
F) Maestría G) Doctorado

2. Sexo:

- A) Masculino () B) Femenino ()

3. Edad:

- A) 20 a 30 años () B) 31 a 40 años () C) 41 a 50 años D) 51 a 60 años

4. Ocupación actual: _____

5. ¿Tiene computadora en casa?

- A) Sí () B) No ()

6. ¿Cuenta usted con Internet?

- A) Sí () B) No ()

7. Utiliza la Internet:

- A) Sí () B) No ()

8. ¿Tiene acceso a la computadora en el trabajo?

- A) Sí () B) No ()

9. ¿Cuenta con Internet en su trabajo?

- A) Sí () B) No ()

10. ¿Utiliza la Internet en su trabajo?

- A) Sí () B) No ()

11. ¿Tiene acceso a Internet vía teléfono celular?

- A) Sí () B) No ()

12. ¿Utiliza la Internet en cibercafés?

- A) Sí () B) No ()

II. HABILIDADES CON LA COMPUTADORA

13. ¿Qué tipo de paquetería de trabajo conoces y utilizas comúnmente? Subraye por favor.

A) Word B) Excell C) PowerPoint D) Acces E) Otros

Especifique: _____

14. ¿Utilizas el correo electrónico?

A) Sí () B) No ()

15. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

A) De 30 minutos a 1 hora. () B) 1 a 2 horas. () C) 2 horas o más ()

16. ¿Utilizas el chat?

A) Sí () B) No ()

17. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

A) De 30 minutos a 1 hora. () B) 1 a 2 horas. () C) 2 horas o más ()

18. ¿Utilizas redes sociales? A) Sí () B) No ()

A) Facebook () B) Twitter () C) LinkedIn ()

19. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

A) De 30 minutos a 1 hora. () B) 1 a 2 horas. () C) 2 horas o más ()

20. Utiliza Internet para búsquedas de información:

A) Sí () B) No ()

21. ¿Qué tipo de información busca?

22. ¿Qué tipo de herramienta utiliza para buscar información en Internet?

A) Google () B) Yahoo () C) Altavista ()

C) Otros, especifique: _____

III. Conocimiento de los servicios mediante los sitios web en la administración pública con las dependencias gubernamentales.

23. ¿Qué trámites conoces que existen en Internet prestados por los gobiernos federal, estatal y municipal?

A) Federal

B) Estatal

C) Municipal

III. Usos de los servicios de los sitios web que ofrece Internet en la administración pública en las dependencias gubernamentales.

24. ¿Ha realizado alguna consulta de información en los sitios web de Internet que ofrecen los gobiernos federal, estatal y municipal por medio de las dependencias?

A) Sí () B) No ()

25. ¿A qué dependencias gubernamentales ha consultado mediante los sitios web de Internet?

26. ¿Cree que la información en Internet es igual de confiable a la emitida en las oficinas de las dependencias gubernamentales?

A) Sí () B) No ()

27. ¿Ha utilizado correos electrónicos para obtener información en las dependencias de gobierno?

A) Sí () B) No ()

28. Lo utiliza para:

A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea

E) Trámites

29. ¿Ha utilizado chats para obtener información en las dependencias de gobierno?

A) Sí () B) No ()

30. Lo utiliza para:

A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea E) Trámites

31. ¿Ha utilizado redes sociales para obtener información en las dependencias de gobierno?

A) Sí () B) No ()

32. Lo utiliza para:

A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea () E) Trámites ()

33. En caso de ser afirmativa la pregunta anterior, ¿con qué dependencias recuerda haber tenido comunicación?

34. A continuación se enlista una serie de trámites ofrecidos mediante los sitios web de las dependencias gubernamentales. Señale por favor los que haya realizado.

- A) () Obtención de CURP
- B) () Boleta pago de predial
- C) () Boleta de pago de tenencia de automóviles
- D) () Declaración de impuestos
- E) () Carta de antecedentes no penales
- F) () Registro Estatal de Contribuyentes (REC)
- G) () Solicitud de licencia de conducir
- H) () Pago de derechos de matrimonio y acta de nacimiento
- I) () Facturación electrónica
- J) () Pago de impuestos con tarjetas de crédito:

Especifique por favor: _____

K) () _____ Otros, especifique: _____

35. ¿Cuál es su opinión en relación con el servicio que ofrece Internet para la realización de los trámites, lo prefiere o desea el trato directo en dependencias gubernamentales?

A) Sí prefiero () B) No prefiero ()

¿Por qué?

36. ¿Existe la información suficiente en Internet que oriente las necesidades en cada uno de los trámites que ha realizado?

A) Sí () B) No ()

37. ¿Qué tipo de información proporcionan los sitios web de las dependencias de gobierno que le faciliten la realización de los trámites?

- A) () Mapas de sitio
- B) () Ayuda en línea
- C) () Links o direcciones electrónicas de otras dependencias
- D) () Explicaciones y serie de pasos a seguir para la realización del trámite

38. ¿Cuáles son los principales problemas cuando realiza trámites con los sitios web que ofrecen las dependencias gubernamentales? Explique por favor:

39. ¿Considera que la información personal que escribe en Internet esté segura y no sea mal utilizada?

A) Sí existe seguridad () B) No existe seguridad ()

¿Por qué?

40. Las sugerencias vertidas en este cuestionario son muy importantes para mejorar los sitios web que ofrecen las dependencias gubernamentales. Explique qué le gustaría mejorara en el servicio por Internet?

Actores profesionistas

I. Preguntas aspectos socioeconómicos generales:

1. Profesión: _____
2. Sexo:
A) Masculino (☐) B) Femenino (☐)
3. Edad: _____
4. ¿Cuáles son las principales funciones profesionales que realiza?

5. ¿Utiliza Internet?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

6. ¿Tiene computadora en casa?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

7. ¿Cuenta con Internet?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

8. ¿Utiliza Internet?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

9. ¿Tiene acceso a computadora en el trabajo?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

10. ¿Cuenta con Internet en su trabajo?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

11. ¿Utiliza Internet en su trabajo?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

12. ¿Tiene acceso a Internet mediante teléfono celular?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

13. ¿Utiliza Internet en cibercafés?

- A) Sí (☐) B) No (☐)

II. Habilidades con la computadora

14. ¿Qué tipo de paquetería de trabajo conoces y utilizas comúnmente? Subraya por favor.

- A) Word B) Excell C) PowerPoint D) Access E) Otros

Especifique: _____

15. ¿Para qué utilizas Internet?

A) Para correo electrónico: Sí () B) No ()

16. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

B) De 30 minutos a 1 hora () B) 1 a 2 horas () C) 2 horas o más ()

17. ¿Utilizas el chat?

A) Sí () B) No ()

18. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

B) De 30 minutos a 1 hora () B) 1 a 2 horas () C) 2 horas o más ()

19. ¿Utilizas redes sociales?

A) Sí () B) No ()

A) Facebook () B) Twitter () C) LinkedIn ()

20. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

D) De 30 minutos a 1 hora () B) 1 a 2 horas () C) 2 horas o más ()

21. ¿Utiliza Internet para búsquedas de información?

A) Sí () B) No ()

22. ¿Qué tipo de información busca? _____

23. ¿Qué tipo de herramienta utiliza para buscar información en Internet?

A) Google () B) Yahoo () C) Altavista () C) Otros, especifique:

III. Conocimiento de los servicios mediante sitios web de la administración pública en las dependencias gubernamentales.

24. ¿Qué trámites conoces que presten los gobiernos federal, estatal y municipal mediante Internet?

A) Federal

E) Estatal

F) Municipal

IV. Usos de los servicios de la administración pública.

25. ¿Ha realizado alguna consulta en los sitios web que ofrecen las dependencias de gobierno federal, estatal y municipal?

B) Sí () B) No ()

26. ¿En qué dependencias de gobierno ha consultado información por internet?

27. ¿Cree que la información de Internet es igual de confiable a la emitida en las oficinas de las dependencias gubernamentales?

A) Sí () B) No ()

28. ¿Ha utilizado correos electrónicos para obtener información de las dependencias de gobierno?

A) Sí () B) No ()

29. Lo utiliza para:
A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea E) Trámites

30. ¿Ha utilizado chat para obtener información en las dependencias de gobierno?
A) Sí () B) No ()

31. Lo utiliza para:
A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea E) Trámites

32. ¿Ha utilizado redes sociales para obtener información de las dependencias gubernamentales?
A) Sí () B) No ()

33. Lo utiliza para:
A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea () E) Trámites ()

34. En caso de ser afirmativa la pregunta anterior, ¿con qué dependencias recuerda haber tenido comunicación?

35. A continuación se enlista una serie de trámites mediante los sitios web de las dependencias gubernamentales. Señale por favor los que haya realizado.

- L) () Obtención de CURP
- M) () Boleta de pago de predial
- N) () Boleta de pago de tenencia de automóviles
- O) () Declaración de impuestos
- P) () Carta de antecedentes no penales
- Q) () Registro Estatal de Contribuyentes (REC)
- R) () Solicitud de licencia para conducir
- S) () Pago de derechos de matrimonio y acta de nacimiento
- T) () Facturación electrónica
- U) () Pagos de impuestos con tarjetas de crédito:

Especifique, por favor: _____
V) () _____ Otros, _____ especifique:

36. ¿Cuál es su opinión en relación con el servicio de Internet para la realización de los trámites, o prefiere el trato directo en dependencias gubernamentales?

- A) Sí prefiero () B) No prefiero ()
- ¿Por qué?

37. ¿Existe la información suficiente en Internet para orientar las necesidades en cada uno de los trámites que ha realizado?

B) ☐ Sí () B) No ()

38. ¿Qué tipo de información proporcionan los sitios web de las dependencias de gobierno que le faciliten los trámites?

E) ☐ Mapas de sitio (un directorio de toda la información que contiene)

F) ☐ Ayuda en línea

G) ☐ Links o direcciones electrónicas de otras dependencias

H) ☐ Explicaciones y serie de pasos a seguir para la realización del trámite

I) ☐ () Otra

39. ¿Cuáles son los principales problemas cuando realiza trámites mediante los sitios web que ofrecen las dependencias gubernamentales? Explique, por favor:

40. ¿Considera que la información personal que escribe en Internet esté segura y no sea mal utilizada?

A) ☐ Sí existe seguridad () B) No existe seguridad ()

¿Por qué?

41. Explique en qué le gustaría mejorar los servicios por Internet de las dependencias gubernamentales, y qué necesidades requiere cubrir de manera profesional mediante los sitios web.

Actores Empresariales

I. Aspectos socioeconómicos generales:

1. Nombre de la empresa: _____

2. Giro: _____

3. Régimen fiscal que trabaja:

A) Física () B) Moral ()

4. Antigüedad _____

5. ¿Cuáles son las principales actividades a las que se dedica?

6. ¿La empresa tiene computadoras?

A) Sí () B) No ()

7. ¿Tiene servicio de Internet?

A) Sí () B) No ()

8. ¿Tiene la empresa acceso a Internet?

A) Sí () B) No ()

9. ¿Tiene acceso a Internet mediante teléfono celular?

A) Sí () B) No ()

II. Habilidades del responsable de cómputo:

10. ¿Qué características tienen el servidor y las terminales utilizadas en el procesamiento de los datos de la empresa?

11. ¿Consideras que los equipos de cómputo con que cuenta la empresa son idóneos para el manejo de la información en cuanto a seguridad, rapidez y capacidad de envío-recepción por Internet?

A) Sí () B) No ()

¿Por _____ qué?

12. ¿Qué tipo de paquetería de trabajo de oficina conoces y utilizas comúnmente?

A) Word () B) Excell () C) PowerPoint () D) Access () E) Otros ()

Mencione: _____

13. ¿Utilizas correo electrónico?

A) Sí () B) No ()

14. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

A) De 30 minutos a 1 hora () B) 1 a 2 horas () C) 2 horas o más ()

15. ¿Utilizas el chat?

A) Sí () B) No ()

16. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

A) De 30 minutos a 1 hora () B) 1 a 2 horas () C) 2 horas o más ()

17. ¿Utilizas redes sociales?

A) Sí () B) No ()

A) Facebook () B) Twitter () C) LinkedIn ()

18. ¿Cuál es la frecuencia de utilización?

A) De 30 minutos a 1 hora () B) 1 a 2 horas () C) 2 horas o más ()

19. ¿Utilizas Internet para búsquedas de información?

A) Sí () B) No ()

20. ¿Qué tipo de información buscas?

21. ¿Qué tipo de herramienta utilizas para buscar información en Internet?

A) Google () B) Yahoo () C) Altavista ()

D) Otros, especifique: _____

III. Conocimiento de los servicios mediante los sitios *web* de la administración pública con las dependencias gubernamentales.

22. ¿Qué servicios o trámites conoces en Internet prestados por los gobiernos federal, estatal y municipal?

A) Federal

B) Estatal

C) Municipal

IV. Usos de los servicios de internet en la administración pública en las dependencias gubernamentales.

23. ¿Ha consultado los sitios *web* de las dependencias de la administración pública de los gobiernos federal, estatal y municipal?

A) Sí () B) No ()

24. ¿A qué dependencias gubernamentales ha consultado información mediante Internet?

25. ¿Cree que la información en Internet es igual de confiable que la emitida por las oficinas de las dependencias gubernamentales?

A) Sí () B) No ()

26. ¿Ha utilizado el correo electrónico para obtener información en las dependencias de gobierno?

A) Sí () B) No ()

27. Lo utiliza para:

A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea E) Trámites

28. ¿Ha utilizado el *chat* para obtener información de las dependencias gubernamentales?

A) Sí () B) No ()

29. Lo utiliza para:

A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea E) Trámites

30. ¿Ha utilizado redes sociales para obtener información de las dependencias gubernamentales?

A) Sí () B) No ()

31. Lo utiliza para:

A) Quejas () B) Peticiones () C) Participar en una consulta () D) Asesoría en línea () E) Trámites ()

32. En caso de ser afirmativa la pregunta anterior, ¿con qué dependencias recuerda haber tenido comunicación?

33. A continuación se enlista una serie de trámites mediante los sitios *web* de las dependencias gubernamentales. Señale por favor algunos que haya realizado.

- A) () Obtención de CURP
- B) () Boleta pago de predial
- C) () Boleta de pago de tenencia de automóviles
- D) () Declaración de impuestos
- E) () Carta de antecedentes no penales
- F) () Registro Estatal de Contribuyentes (REC)
- G) () Solicitud de licencia para conducir
- H) () Pago de derechos de matrimonio y acta de nacimiento
- I) () Facturación electrónica
- J) () Pago de impuestos con tarjetas de crédito:

Especifique por favor: _____

K) () Otros: _____

34. ¿Cuál es su opinión en relación con los sitios *web* en Internet para la realización de los trámites, prefiere el servicio de Internet o el trato directo en dependencias gubernamentales?

A) Sí prefiero () B) No prefiero ()

¿Por qué?

35. ¿Existe información suficiente en los sitios *web* para orientar las necesidades en cada uno de los trámites que ha realizado?

A) Sí () B) No ()

36. ¿Qué tipo de información proporcionan las dependencias gubernamentales por Internet que le faciliten la realización de los trámites?

- A) () Mapa de sitio (un directorio de toda la información que contiene)
- B) () Ayuda en línea
- C) () Links o direcciones electrónicas de otras dependencias
- D) () Explicaciones y serie de pasos a seguir para la realización del trámite

37. ¿Cuáles son los principales problemas cuando realiza trámites mediante los sitios *web* de las dependencias gubernamentales? Explique, por favor:

38. ¿Considera que la información personal que escribe en Internet esté segura y no sea mal utilizada?

A) Sí existe seguridad () B) No existe seguridad ()

¿Por qué?

39. Explique en qué le gustaría mejorar los servicios por Internet de las dependencias gubernamentales y cuáles necesidades empresariales requiere cubrir mediante los sitios *web*.

Análisis de Desempeño en la Implementación de PSP

N.L Méndez-Mariscal, J.R. Lopez-Santillán, R.R Torres-Knight

¹ Universidad Autónoma de Chihuahua, Circuito No. 1 SN, Chihuahua, Chihuahua, 31124. México

nmendez@uach.mx, jrlopez@uach.mx, rtorres@uach.mx

Resumen. Se analizan las mejoras en el desempeño de un proceso de software, en términos de la calidad del producto utilizando la propuesta del Proceso Personal de Software, así como los cambios que se requieren implementar en cada una de las etapas del proceso.

Palabras clave: Desempeño, Calidad, PSP, Indicadores, Defectos.

1 Introducción

El presente documento es un análisis de los resultados obtenidos tras la implementación del *Personal Software Process* (PSP) en el desarrollo de soluciones para ejercicios estadísticos en Lenguaje C.

Las buenas prácticas que propone PSP buscan contribuir a la producción de software de calidad, con entregas oportunas y por lo tanto con costos predecibles, siendo la disciplina la principal de estas buenas prácticas.

Dado que la utilización de este proceso lleva consigo la utilización de métricas e indicadores que permiten al programador una planeación efectiva de su proceso, la conciencia sobre el mismo y los resultados de las aplicaciones anteriores, este documento aborda los resultados obtenidos en la primera etapa de experimentación con el método por parte de los autores.

Los estadísticas que se incluyen fueron recolectadas en tiempo real con la herramienta Process Dashboard (PD) version 2.0, copyright © 1998-2013 Tuma Solutions, LL. Esta herramienta es de licencia libre y su uso facilita en gran medida la recolección de estadísticas de comportamiento personal que el método PSP propone.

2 Revisión de la literatura

El proceso de escritura de software es intrínsecamente susceptible de generar productos de calidad cuestionable, por lo que mecanismos de detección y corrección de errores son fundamentales para elevar la calidad del mismo.

La calidad del software se puede dimensionar de diversas formas, una métrica de gran aceptación es la basada en los errores detectados por unidad de código producida; análogamente a un proceso de producción industrial, los mecanismos que cuidan la calidad del producto, en este caso el software producido, tratan de medir la cantidad de errores localizados en el código fuente del programa.

Históricamente la ingeniería de software se ha preocupado por desarrollar herramientas conceptuales y metodológicas que eleven y garanticen la calidad del software, transformando su producción de una actividad artesanal a un proceso controlado y repetible; es por ello que las acciones encaminadas a encontrar y erradicar problemas de software evolucionan constantemente en función de las nuevas tecnologías que emergen frecuentemente.

En los últimos veinte años se ha pasado de una política reactiva a una más encaminada a la prevención de los errores. Se ha visto que una pieza de software generada con defectos más allá de los deseados en sus primeras etapas, seguirá manifestando una gran densidad de errores después de haberse sometido a un proceso de pruebas exhaustivo. Debido a esto nuevos procesos se han creado para atender el problema de la calidad desde la concepción misma del producto, es decir, se trata de adherirse a la máxima de “Hacer las cosas bien desde el principio” [1].

La calidad del software básicamente se aborda desde dos frentes, la prevención y la corrección; para la última existen los procesos denominados Pruebas de Software (PS), las cuales buscan sistemáticamente errores de diversa índole en el código fuente. Estas pruebas se dividen fundamentalmente en aquellas que buscan errores en los resultados arrojados por el programa (pruebas de caja negra) y las que pretenden encontrar los mecanismos defectuosos que producen resultados no deseados (pruebas de caja blanca).

Desde el punto de vista de la prevención, en las últimas dos décadas se han desarrollado estrategias que atacan la problemática de la garantía de calidad del software desde múltiples aristas, como la perspectiva de la empresa que se dedica a la producción de software, así como del individuo que escribe módulos individuales de software los cuales eventualmente integraran el producto completo. Para garantizar que

las Fabricas de Software (FS) produzcan sistemas de software de calidad se han desarrollado mecanismos de certificación de los diferentes procesos que se llevan a cabo en las empresas; El Instituto de Ingeniería de Software (SEI por sus siglas en ingles) establecido en la universidad de Carnegie Mellon es la autoridad mas competente reconocida donde se lleva a cabo la investigación mas avanzada en el ámbito de la Ingeniería de Software. Este instituto ha desarrollado diversas estrategias para certificar a las FS para que sus productos sean de calidad adecuada.

El Modelo de Integración de la Madurez de la Capacidades (CMMI por sus siglas en ingles) desarrollado por el SEI ha servido como marco de referencia para certificar a las fabricas de software como entidades garantes de producir software de calidad. Cabe hacer mención que en México se ha trabajado arduamente para crear un modelo semejante pero adecuado al contexto propio dando lugar al Modelo de Procesos para la Industria del Software (MOPROSOFT). Este modelo fue desarrollado por encargo de la Secretaria de Economía Federal a la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería del Software (AMCIS) y se elaboró en conjunto con la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Este proceso surge ante la necesidad de certificar a empresas pequeñas y medianas las cuales son mayoría en el sector productivo del software en México y donde modelos como CMMI resultan prohibitivos debido al alto costo de inversión que representa.

Los modelos como CMMI o MOPROSOFT resultan altamente efectivos para elevar la calidad del software abordando el problema desde la perspectiva general de la empresa, sin embargo se ha visto que el problema debe ser atacado simultáneamente desde el punto de vista particular del profesional que escribe el software, es decir, el programador. Es por ello que Watts S. Humphrey a través del SEI desarrollo el Proceso Personal de Software (PSP) el cual centra la atención en el programador y trata inicialmente de recolectar información sobre los hábitos personales de este. Por medio de una captura y proceso constantes de los datos de los hábitos del programador se puede elaborar un perfil que permite conocer por medio de escalares medibles la productividad del desarrollador y la calidad del software que produce, por lo que se debe de generar constantemente una Propuesta de Mejora del Proceso (Process Improvement Proposal PIP) con la finalidad de ajustar los indicadores del proceso y elevar iterativamente la calidad del software producido por la persona.

PSP basa su efectividad en los datos y las estadísticas generadas para mejorar constantemente el proceso y ha demostrado con resultados documentados que puede elevar la calidad del software que es desarrollado por una persona. Este proceso aborda el problema de la calidad del software desde una perspectiva particular, mientras que CMMI o MOPROSOFT lo hacen desde un ángulo mas general.

Un enfoque intermedio es el que se centra en equipos de desarrolladores ya capacitados en PSP, el cual se denomina Team Software Process (TSP) y permite tener una cobertura total de las aristas del problema de la calidad del software; sin embargo TSP no se aplico en el desarrollo de los 7 programas, es decir, el enfoque de desarrollo fue evaluar únicamente el desempeño personal del programador. [2]

3 Metodología

La metodología llevada a cabo para la recolección de datos y su posterior captura en el Process Dashboard (PD) es la propuesta por la naturaleza misma del PSP. Consiste en la alimentación sistemática de bitácoras mientras se desarrollan los programas. Se escribieron un total de 7 programas incrementando su complejidad gradualmente y cada uno de ellos se basó en parte en el anterior para fomentar la reutilización del código.

Los elementos principales de PSP son los scripts de desempeño, los cuales contienen los pasos a ejecutar en cada fase del proceso, las medidas en que se deben registrar los indicadores, los estándares de esas medidas para garantizar la homogeneidad de los valores y una serie de formas para registrar la información. Todos estos elementos se pueden acceder desde el PD, lo cual hace mas sencilla la operación del proceso.

Las fases principales que PSP registra son *Planeación, Diseño, Revisión del Diseño, Codificación, Revisión de la Codificación, Compilación, Pruebas y Postmortem*, las cuales pueden ser agrupadas en tres grandes etapas; Planificación, Desarrollo y Postmortem.

Los indicadores estadísticos que pueden ser obtenidos por medio de la información estadística que se introduce al PD se listan a continuación, sin ser esta una relación exhaustiva de los mismos: *Tamaño de los programas en LOC's (Líneas de Código)*,

Esfuerzo, Calidad, Precisión de la Predicción, Intervalos Estadísticos de Predicción, Productividad, Porcentaje de Reúso, Yield (Porcentaje de errores encontrados), Densidad de errores por unidad de tamaño de programa, entre otros. [3].

A lo largo de los siete programas se realizó un cuidadoso registro de las bitácoras de tiempo y errores de cada fase lo cual permitió conocer por medio de escalares bien definidos los valores de calidad con los que se escribía cada programa. Al término de cada uno de estos se realizó un análisis de los datos generados y se ajustó el proceso agregando actividades adicionales en cada etapa para poder mejorar los indicadores ya mencionados.

4 Desempeño de la Planeación

La implementación de PSP, lleva al Ingeniero de Software a desarrollar habilidades que fortalecen su credibilidad, siendo el cumplimiento en la fecha de entrega indispensable para la misma.

Dado lo anterior, el desempeño de la planeación es uno de los criterios que deben ser evaluados periódicamente y tomar medidas para su mejora continua.

4.1 Estimación de tamaño

Esta etapa fue la primera incorporada al proceso y también la primera en presentar retos, siendo el principal de ellos la estimación del tamaño de las partes: el proceso de ajuste del diseño conceptual, pues dada la naturaleza del lenguaje utilizado (lenguaje C) era posible asignar cada parte como una función y que cada parte tuviera solamente un elemento.

Sin embargo, con objeto de tratar de minimizar los errores, compensando entre las diferentes partes de acuerdo a la filosofía PSP y facilitar el diseño conceptual, se decidió por considerar una función como “un ítem” y un conjunto de ítems con características similares como “una parte”, así pues la mejora en el proceso de estimación de tamaño se logró, entre otras cosas, con la conciencia de las partes y del estándar de codificación, lo cual logró su mejor punto en la estimación del programa 5.

Lo anterior se puede observar en la siguiente gráfica:

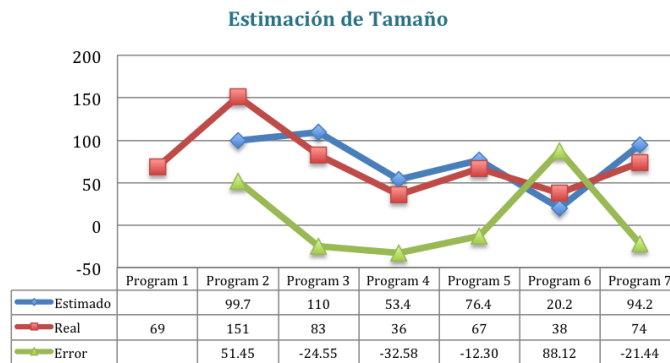


Fig. 6 Estimación de Tamaño

Los principales errores de cálculo que persisten tienen que ver con la omisión de las Líneas de Código (LOCs) requeridas para la declaración de variables, por lo que de continuar así, tal vez sea recomendable definir un estándar de codificación en el cual las LOCs de declaración de variables no sean contadas.

Esta situación fue incluida en los PIP's de algunos de los programas evaluados, por lo que es preciso seguir considerando los comentarios en los PIP's al respecto y tomarse el tiempo necesario para ajustar el proceso, para lograr que el error promedio a la fecha (8.12%) en estimación de tamaño se conserve y cada vez sea mas consistente.

4.2 Estimación de tiempo

El segundo elemento de la planeación es la estimación del tiempo, en los programas analizados en este ejercicio se encuentra una mayor variación en la estimación del tiempo que con respecto al tamaño, sobre todo en los primeros programas.

Lo anterior es natural por la incorporación de nuevas fases al proceso, y la tendencia a no considerar estas variaciones al proceso ni el hecho de estar en la etapa de aprendizaje. Sin embargo debe considerarse como delicado dado que la tendencia sea a subestimar.

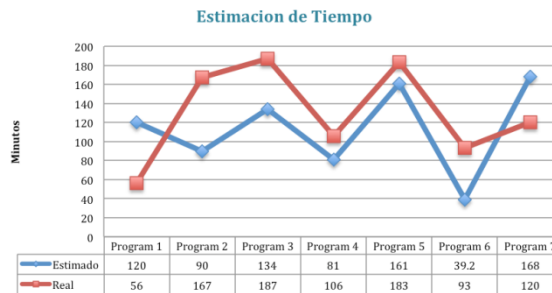


Fig. 7 Estimación de Tamaño

En el mejor de los casos se obtuvo un margen de error en estimación del tiempo del 13.66%. Lo cual demuestra que conforme se domina el proceso y se obtiene un mayor número de datos para utilizar el método PROxy-Based Estimation (PROBE) A pueden lograrse importantes mejoras en la estimación del tiempo y con ello en la credibilidad del programador.

Un punto importante en el análisis es el caso crítico del programa 6, y que aun considerando que no se hubiese presentado la falla y su alto tiempo de solución, estaba subestimado un 53%; esta experiencia llevó a sobreestimar el tiempo requerido para el programa 7, por lo que es preciso seguir trabajando en el mismo y fortalecer la confianza.

5 Desempeño de la Calidad

La oportuna detección de los defectos inyectados es una de las políticas mas importantes de PSP, y estar conscientes de las características de estos defectos nos permite tanto prevenirlos en las etapas que se generan, como fortalecer las medidas de revisión.

En este caso en particular, la mayoría de los defectos son inyectados en la etapa de diseño, siendo aquellos catalogados como “Assignment” los que consumen un mayor tiempo para su corrección.

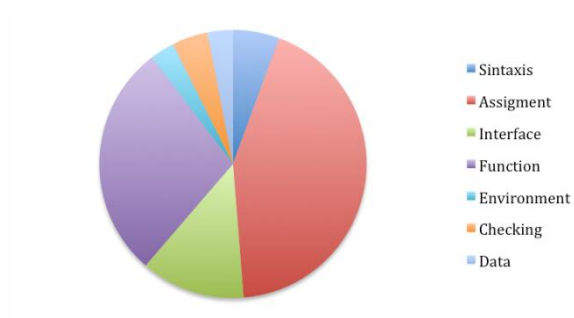


Fig. 8 Tipos de errores por tiempo de solución

Posteriormente se deben de considerar tanto aquellos de tipo “Syntax” como “Interface”, que aunque son resueltos rápidamente son los que se inyectan en mayor número y son fácilmente tanto prevenibles como detectables en etapas tempranas con revisiones eficaces.

Analizando la gráfica “Tipos de errores por tiempo de solución” es crítico optimizar las revisiones para los errores de tipo “Function”, pues solamente un 33% fue detectado en las revisiones, escapándose el resto a pruebas y consumiendo una gran cantidad de tiempo en su solución.

Dos casos exitosos fueron los programas 5 y 7, en los cuales todos los errores fueron detectados en la revisión del diseño. Así mismo la eliminación de defectos detectados en la etapa de compilación a partir del segundo programa fue satisfactorio y el primer resultado obtenido en la mejoras del proceso.

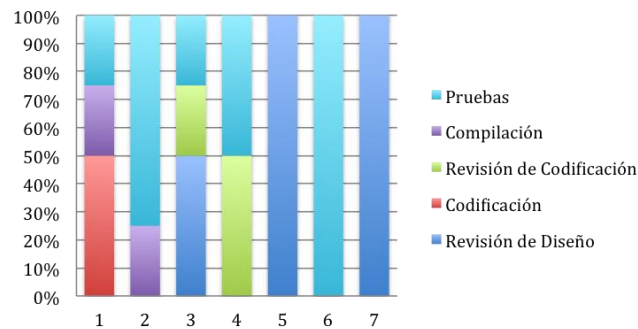


Fig. 9 Defectos encontrados por etapa

La eliminación de defectos encontrados en compilación refleja que las revisiones de código en cuanto a sintaxis están siendo efectivas como se muestra en los programas 3 y 4. Sin embargo esto también se debe a que el proceso de codificación esta mas controlado tanto por la abundancia de especificaciones de lenguaje en etapa de diseño (lo cual se tratará de disminuir), como al hecho de que al dedicarse en la etapa de codificación únicamente a esa actividad se tiene mas cuidado en el mismo.

Las mejoras en el proceso, tanto el dedicar un mayor tiempo al diseño como a las revisiones, permitieron disminuir tanto la densidad global de defectos como aquellos que llegan a pruebas unitarias, lo cual se observó desde que se introdujo la primera revisión en el programa 3.

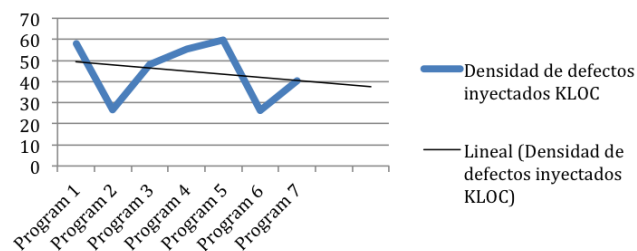


Fig. 10 Densidad de defectos inyectados

La mejora se da también por una mayor precisión en el diseño, el llenado de las plantillas obliga a realizarlo apropiadamente y con el detalle suficiente, evitando errores en la interpretación y la toma de decisiones de diseño durante la codificación, las cuales además de incrementar el tiempo de codificación, requieren doble revisión para asegurar la consistencia de estas decisiones entre diferentes elementos del programa.

La siguiente etapa en la maduración del proceso deberá mejorar las listas de revisión considerando los errores mas costosos mencionados anteriormente, con objeto de estabilizar un Yield del 90%.

6 Resultados (Desempeño del Proceso)

Siendo uno de los objetivos del proceso PSP la mejora continua, además de los hallazgos del punto de análisis anterior, es preciso analizar los parámetros de calidad y el costo de la misma.

El primer criterio de análisis es la velocidad en que se realizaron las revisiones, las cuales se observan en la siguiente tabla:

Proyecto	Revisión de Diseño (LOC/HR)	Revisión de Codificación (LOC/HR)	Yield
Programa 3	356	383	75
Programa 4	240	166	50
Programa 5	144	309	100
Programa 6	380	760	0
Programa 7	234	493	100

Tabla 2. Velocidades de revisión

Es relevante encontrar que en el caso crítico del programa 6, la velocidad de revisión de la codificación esta muy por arriba del valor recomendado, lo cual debió haber sido una alerta del problema que estaba por presentarse.

Así mismo debe destacarse que el Yield del 100% se obtuvo en las dos ocasiones en las cuales la velocidad de revisión del Diseño estuvo mas cerca del valor recomendado, esta relación también se observa en la gráfica Yield vs A/FR.

La conciencia en la efectividad de las revisiones y por lo tanto el realizarlas con un mayor cuidado logró que se obtuvieran cero errores en los programas 5 y 7. Así mismo es importante considerar que el error cometido en el programa 6, el cual desploma esta tendencia, también dejó dos importantes aprendizajes:

- Verificar que los programas reusados proporcionen resultados con la precisión requerida, y de no ser así considerarlo como código base con las modificaciones aplicables.
- Al presentarse un error evaluar primero aquellas condiciones que no fueron probadas en etapas anteriores que puedan arrojar los resultados incorrectos.

En lo que respecta a la productividad, los datos actuales muestra un desplome de la misma en los primeros 4 programas, iniciando su recuperación lentamente a partir del programa 5. Esta tendencia era predecible por la incorporación de las fases de revisión de diseño, revisión de código y post-mortem, así como la introducción de las plantillas para la formalización del diseño y las listas de revisión.

De seguir esta tendencia la recuperación de la productividad a 73.9 LOC/Hr puede realizarse en el corto plazo, conforme se mejore la confianza en el proceso y sean fortalecidas las áreas de oportunidad detectadas.

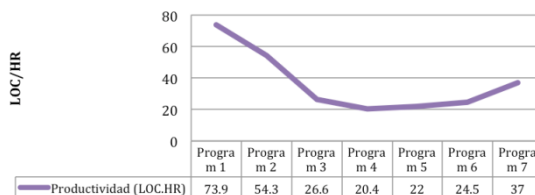


Fig. 11 Productividad

La gráfica de distribución del tiempo por fase en estos ejercicios, permite observar la relación entre el incremento del tiempo destinado a las etapas de revisión y el decremento de la etapa de pruebas, y con ello la tendencia a reafirmar la frase “*la calidad no tiene costo*” en la medida en que se fortalezca el proceso y se obtengan mejores factores PQI.

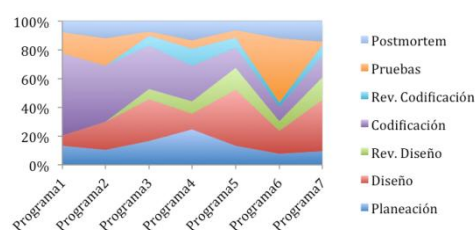


Fig. 12 Distribución de tiempo por fase

7 Conclusiones y Trabajo Futuro

Las estadísticas de los ejercicios efectuados a la fecha siguiendo el *Personal Software Process*, confirman con esta pequeña muestra los resultados obtenidos con la aplicación a nivel mundial, por lo que aunque aun no se ha recuperado la productividad las buenas practicas adquiridas deben de continuar aplicándose para consolidar el proceso personal.

En la medida en que se siga consistentemente y continúe mejorando el proceso, se podrán obtener mejores estimaciones de tiempo y tamaño, incrementar el Yield e inclusive disminuir la densidad de errores inyectados, mejorando así tanto la confiabilidad del software generado como la credibilidad del autor.

Con esta experiencia es posible decir con convicción que PSP permite desarrollar habilidades y establecer mecanismos para obtener consistentemente software de calidad en fechas predecibles.

Como trabajo futuro se recomienda el seguimiento del programador en el proceso de mejora continua de su efectividad integrado a un equipo TSP, aquí este puede participar en el desarrollo de un programa de mayor tamaño en vez de una colección de pequeños desarrollos y verificar que la productividad alcanzada en la fase de implementación del PSP es igual de efectiva como parte de un equipo TSP.

Bibliografía

- [1] Humphrey. Watts, "The Personal Software Process (PSP)," Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, Technical Report CMU/SEI-2000-TR-022, 2000
- [2] Humphrey, Watts S. "Why Big Software Projects Fail: The 12 Key Questions." CrossTalk Mar. 2005 <http://www.crosstalkonline.org/storage/issue-archives/2005/200503/200503-Humphrey.pdf>
- [3] Pomeroy-Huff, Marsha; Cannon, Robert; Chick, Timothy A.; Mullaney, Julia; Nichols, William (2009). The Personal Software Process (PSP) Body of Knowledge, Version 2.0 (PDF). Pittsburgh, Pennsylvania: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Obtenido el 03 Octubre 2016.

Evaluación de Usabilidad de un Sistema de Contextualización

Cobián-Alvarado, M., Andrade-Aréchiga, M., Fajardo-Flores, S., Damián-Reyes, P., Ramos-Michel, E.¹

¹ Universidad de Colima. Av. Universidad 333. Colima, Col. 28040. México
{mcobian, mandrad, medusa, damian, ramem}@ucol.mx

Resumen. En este artículo se reportan los resultados de la evaluación de usabilidad de un software de contextualización en el marco de un sistema integral de tutoría, con el objetivo de considerar la percepción de los alumnos hacia un sistema que será de uso cotidiano para ellos. Se realizaron tres tipos de evaluación: heurística, recorrido cognitivo y test de usuarios, con expertos y usuarios reales, según el tipo de prueba. Los resultados indican que el sistema es fácil de usar y que los usuarios tienen actitudes positivas hacia la utilización del mismo. Por otro lado, los expertos coinciden en que el sistema es útil y fácil de usar.

Palabras clave: Software, Evaluación, Usabilidad.

1 Introducción

Desde el origen de los sistemas web y aplicaciones para escritorio, se han desarrollado interfaces para presentar la información al usuario y, a lo largo de este tiempo, se le ha dado importancia a la manera en la que se muestran los datos, es por eso que quienes se han dedicado a diseñar han desarrollado tanto herramientas como métodos y guías para que las interfaces sean cada vez más interactivas y claras, para que los usuarios por sí mismos se inclinen a usar un sistema o aplicación [1]. Una interfaz bien diseñada y dinámica se vende por sí misma; un producto de software no solo debe de funcionar correctamente, sino que a los usuarios les debe gustar, deben aprender a usar el software en poco tiempo después de haberlo usado por primera vez, navegar en él de manera sencilla teniendo todos los elementos, objetivos e información a la mano sin tener que buscar y hacer muchos clics.

Asimismo, es fundamental hoy en día hacer evaluaciones de usabilidad al software educativo debido a que son pautas y parámetros para verificar que éste realmente se desarrolló para lo que fue diseñado y medir su facilidad de uso. Según [2], algo es usable cuando hay ausencia de frustración al usarlo.

En este artículo se presentan los resultados de la evaluación de un sistema de contextualización para su implementación en una herramienta integral de tutoría para estudiantes universitarios de primer ingreso. El sistema contiene 4 instrumentos para evaluar los conocimientos en las áreas de Matemáticas, Comunicación oral y escrita, Hábitos de estudio y Autoestima.

El software en cuestión se diseñó para ser usado en un ambiente educativo, por lo tanto, es aún más importante un buen diseño para que el estudiante vea la herramienta

en forma amigable, clara, interactiva y sobre todo como un apoyo para su educación, que es para lo que principalmente ha sido desarrollado.

2 Estado del arte

Como ya se explicó anteriormente, el conocimiento sobre la usabilidad dentro de esta investigación es de vital relevancia para la evaluación debido a que brinda las pautas para un buen diseño.

De acuerdo con diversos autores, se define a la usabilidad como un atributo que permite evaluar la facilidad de usar las interfaces para los usuarios, interactuando cómoda, satisfactoria e intuitivamente [3,4,5,6,7]; se compone de 5 atributos de calidad: facilidad de aprendizaje, eficiencia, memorabilidad y errores.

2.1 Principios de usabilidad

Los 10 principios heurísticos de diseño centrados en el usuario permiten tomar decisiones de diseño para promover una buena usabilidad. Asimismo, son útiles para evaluar las interfaces diseñadas. Los principios son los siguientes [3]:

1. Visibilidad del estado del sistema: el sistema siempre mantiene informado al usuario de lo que está ocurriendo, por ejemplo, informa del avance en % de cada uno de los exámenes y cuáles le restan por contestar, además de si alguna pregunta no ha contestado.
2. Relación entre el sistema y el mundo real: el sistema debe utilizar palabras y frases que sean familiares para los usuarios utilizando un orden lógico y natural. Esto se refleja desde el ingreso al sistema.
3. Libertad y control para el usuario: el sistema debe contar con una salida rápida en caso de que el usuario haya cometido un error sin tener un diálogo largo con la aplicación, además de contar con la opción deshacer, lo cual hace éste adecuadamente.
4. Consistencia y estándares: se refiere a utilizar convenciones ya que el usuario no tiene la necesidad de saber o averiguar que diferentes palabras, situaciones o acciones significan lo mismo.
5. Prevención de errores: se debe prevenir cualquier tipo de error con un diseño adecuado y en caso de que deba haber mensajes de error, se debe mostrar un mensaje adecuado para el usuario.
6. Reconocimiento antes que recuerdo: minimizar la memoria del usuario utilizando objetos, acciones y opciones, las cuales siempre deben estar visibles. El usuario no debe recordar información de una sección a otra.
7. Flexibilidad y eficiencia de uso: los aceleradores y atajos pueden ser un gran paso para hacer eficiente el sistema y sea más fácil y rápido de usar tanto como para

usuarios avanzados como para principiantes. Además, se debe tener disponible la configuración de los atajos.

8. Diseño estético y minimalista: siempre debe contener la información precisa y clara, no se debe poner información innecesaria porque puede disminuir la visibilidad de la información que si es relevante.
9. Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores: los mensajes de error deben sugerir al usuario posibles alternativas o soluciones por medio de un lenguaje sencillo y común.
10. Ayuda y documentación: por más sencillo que sea el sistema, siempre es necesario proveer algo de ayuda fácil de localizar y que no sea extensa.

Lo anterior, permite ver de manera clara que, la usabilidad siempre está centrada en el usuario por lo que los conceptos se ven aplicados por y para él, quien es el que usará el software y determinará qué tan bueno y práctico es el diseño. Todos estos atributos son considerados en las evaluaciones que se aplicaron al sistema.

2.2 Tipos de evaluaciones

Hay diferentes tipos de evaluaciones para sistemas web, las cuales permiten identificar las posibles mejoras que se deben hacer para tener una mejor aceptación por parte del usuario.

Evaluación Heurística

Consiste en hacer un análisis de la interfaz con los principios heurísticos de usabilidad, esta evaluación es realizada por evaluadores expertos. El papel de los evaluadores es verificar la conformidad de la interfaz con los principios de usabilidad. Los evaluadores pueden además analizar la interfaz tomando en cuenta la perspectiva que creen que tendría el usuario promedio al que va dirigido el software [8,9].

Recorrido Cognitivo

Es una técnica de revisión que se originó en el Cognitive jog-through [10] y se centra básicamente en evaluar la facilidad de aprendizaje del diseño mediante la exploración, esto es porque usualmente los usuarios prefieren aprender a utilizar el sistema usándolo que leyendo manuales. Esta técnica consiste en que los expertos en usabilidad diseñan escenarios para las tareas a evaluar, para después hacer dichas tareas emulando al usuario. Permite identificar rápidamente problemas en el diseño, aunque por otro lado el hecho de que la realicen expertos puede hacer que no se obtengan observaciones que sólo los usuarios pueden hacer [11].

Test de Usuarios

El principal objetivo de los test de usuario es encontrar problemas y debilidades antes de lanzar el producto al mercado. Esta prueba se basa en la observación y análisis de un grupo de usuarios reales utilizando el sitio web, donde se anotan los problemas que hayan encontrado para darles una solución.

2.3 Descripción del sistema

El sistema se desarrolló considerando los principios de diseño de visibilidad, libertad y control para el usuario, consistencia en los estándares, prevención de errores y diseño minimalista y se aprecian en la interfaz que se muestra en la figura 1.

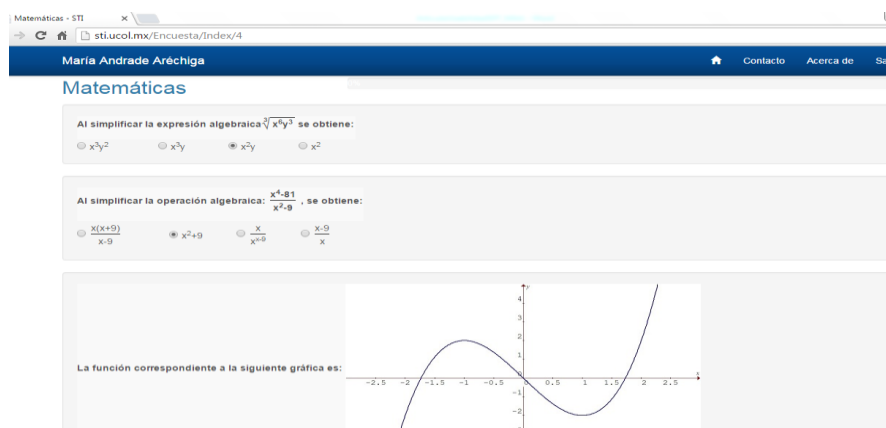


Fig. 1. Interfaz que presenta la sección de llenado de una de las encuestas del sistema.

3 Metodología

El propósito de la evaluación del sistema fue el de conocer el grado de usabilidad, la intención de uso, la percepción del usuario sobre la utilidad. Para tal efecto se realizaron la evaluación heurística, el recorrido cognitivo y el test de usuarios.

Evaluación heurística

Para la evaluación heurística se consideraron 7 usuarios expertos en el tema, los cuales se desempeñan como desarrolladores de software. El instrumento utilizado fue una lista de las 10 heurísticas de Nielsen [3].

Recorrido cognitivo

El recorrido cognitivo lo realizaron los 7 expertos que participaron en la evaluación heurística. Se les solicitó evaluar la facilidad de aprendizaje del diseño mediante una minuciosa exploración, emulando a un estudiante al menos en uno de los módulos del sistema y posteriormente se les pidió llenar el cuestionario respectivo.

Test de usuarios

La muestra con la cual se aplicaron las pruebas de usabilidad fueron 45 estudiantes universitarios de primer año de ingeniería de la Universidad de Colima, con la prueba de test de usuarios. Los instrumentos para la recolección de datos fueron los cuestionarios SUS (System Usability Scale) y TAM (Technology Acceptance Model). Para ello se les pidió ingresar al sistema, llenar una de las cuatro encuestas y revisar el resultado de uno de los módulos.

4 Resultados

Una vez aplicadas las pruebas, se explican los resultados describiendo lo que se observó en cada evaluación.

Pruebas heurísticas

En la parte de la visibilidad para el sistema se obtuvo que éste tiene un nivel normal en cuanto a la visibilidad de sus componentes. En el lenguaje de usuarios tuvo un nivel alto debido que presenta la información de manera que el usuario pueda entender lo que ve. Para el control y libertad de usuario se obtuvo un alto nivel ya que se encontró muy apropiado el uso del recurso con el que el usuario podía interactuar. La valoración de la utilidad, diseño y usabilidad fue alta, como se muestra en la figura 2.

Recorrido cognitivo

Para la evaluación respecto a la facilidad de aprendizaje, así como la percepción de utilidad y la identificación de errores importantes en el sistema, los expertos valorar al sistema con muy buenos resultados como se observa en la figura 3.

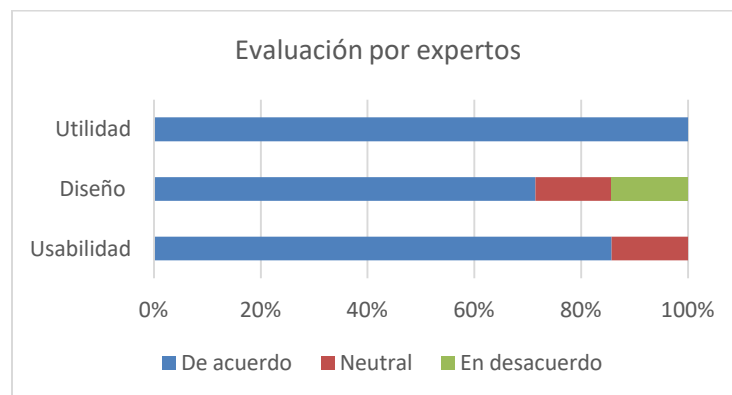


Fig. 2. Resultados de evaluadores participantes en la evaluación heurística.

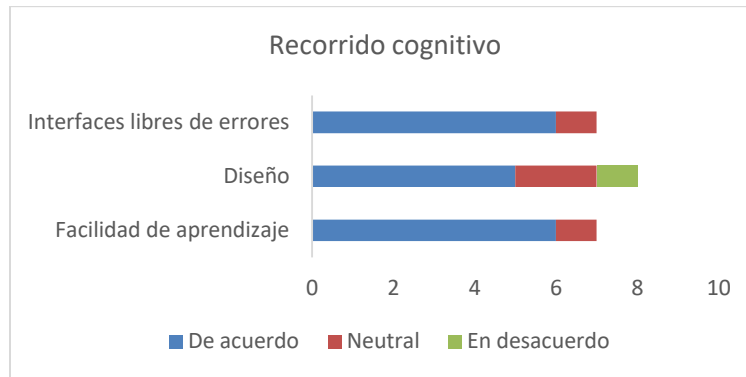


Fig. 3. Resultados de los expertos en la fase de recorrido cognitivo del sistema.

Test de usuarios

Para la percepción de facilidad de uso, utilidad, actitud hacia el uso del software e intención de uso, los resultados indican una alta aceptación como se puede observar en la tabla.1, así como los valores condensados en la figura 4.

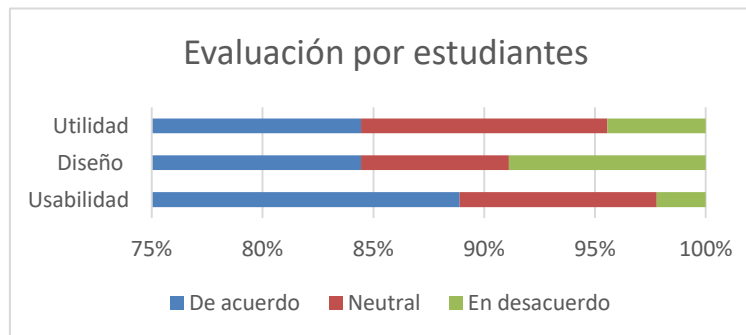


Fig. 4. Resultados de alumnos participantes en el test de usuarios.

Criterio	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Percepción de facilidad de uso					
Fácil de usar	40.00%	26.67%	15.56%	11.11%	6.67%

Fácil de aprender	44.44%	28.89%	6.67%	8.89%	11.11%
Claro y entendible	48.89%	33.33%	13.33%	2.22%	2.22%
Fácil de navegar	57.78%	26.67%	8.89%	4.44%	2.22%
Percepción de utilidad					
Eficiencia	42.22%	37.78%	8.89%	6.67%	4.44%
Desempeño	62.22%	33.33%	2.22%	4.44%	0.00%
Productividad	37.78%	31.11%	24.44%	4.44%	2.22%
Utilidad	55.56%	40.00%	2.22%	2.22%	0.00%
Actitud hacia el uso del software					
Disgusta	6.67%	11.11%	13.33%	35.56%	33.33%
Actitud favorable	48.89%	24.44%	11.11%	6.67%	8.89%
Buena idea	66.67%	22.22%	4.44%	4.44%	2.22%
Idea tonta	0.00%	6.67%	17.78%	24.44%	51.11%
Intención de uso					
Intención de usar	51.11%	26.67%	8.89%	11.11%	2.22%
Volver a usar	62.22%	22.22%	6.67%	6.67%	2.22%
Usar en clase	55.56%	33.33%	4.44%	6.67%	0.00%

Tabla 1. Resultados del test de usuarios.

La fase de evaluación permitió darse cuenta de aspectos tan importantes en el diseño, la funcionalidad y en el manejo de la aplicación por parte del usuario y la opinión de los expertos.

5 Conclusiones

Los resultados obtenidos de la aplicación de las diferentes pruebas para el sistema, fueron de mucha ayuda para ver que el sistema cuenta con una buena usabilidad y se percibe que cuenta con los elementos necesarios y suficientes para continuar con la implementación.

Realizar pruebas de usabilidad para medir la funcionalidad de un sistema es necesario para asegurar que el usuario final lo utilice de manera fácil y eficiente. Por lo regular requiere de varias iteraciones, por lo que se recomienda hacer distintas pruebas durante todo el proceso de desarrollo. Los resultados obtenidos en las evaluaciones del sistema de contextualización descritas en este documento fueron de gran ayuda para verificar

que el sistema cuenta con una usabilidad aceptable. Asimismo se identificaron algunos aspectos a mejorar. Con lo anterior se promueve el desarrollo centrado en las necesidades del usuario, y se tiene la confianza de continuar con la implementación del sistema.

Agradecimientos: al PROFOCIE 2015 por el apoyo para la gestión de este proyecto.

Referencias

- [1] A. Marcus, Design, User Experience, and Usability: Users and Interactions: 4th International Conference, DUXU 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA. Part II (Lecture Notes in Computer Science) Edición Kindle. Springer 2015.
- [2] J. Rubin y D. Chisnell, Handbook of usability testing. (2a Ed.) Wiley Publishing Inc., 2008.
- [3] J. Nielsen, Usability 101: Introduction to Usability [en línea]. Nielsen Norman Group: Evidence-Based User Experience Research, Training and Consulting 2012. Recuperado del sitio web: <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/> [fecha de consulta: 23/05/2015].
- [4] R. Baeza Yates y C. Rivera Loaiza, “Ubicuidad y Usabilidad en la Web” [en línea]. Depto. de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile, 2002. Recuperado del sitio web: <http://users.dcc.uchile.cl/~rbaeza/inf/usabilidad.html> [fecha de consulta: 27/05/2015].
- [5] M. Rosson y J. Carroll, Interaction Design. Usability Engineering Scenario-Based Development of Human-Computer Interaction. Interactive Technologies. 159-195, 2002.
- [6] Y. Hassan, F. Martín, G. Iazza, “Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información” [en línea]. “Hipertext-net”, num. 2, 2004. Recuperado del sitio web: http://www.upf.edu/hipertextnet/numero-2/disenio_web.html [fecha de consulta: 23/05/2015].
- [7] S. Krug, “Don’t Make Me Think! A Common Sense Approach to Web Usability”. 2da ed., California, Usa: New Riders, 2000.
- [8] A. Floría, “Recopilación de Métodos de Usabilidad” [en línea]. Fundación SIDAR- Acceso Universal. Usabilidad, adaptabilidad, accesibilidad, Universidad de Zaragoza, 2000. Recuperado del sitio web: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/Herramientas.htm> [fecha de consulta: 24/05/2015].
- [9] M. González, A. Pascual y J. Lorés. Evaluación Heurística. En: Lorés, J. (Ed.) Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador, 2001. Universidad de Lleida, 2006.
- [10] D. Rowley y D. Rhoades, The cognitive jogthrough: a fast-paced user interface evaluation procedure. En Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '92), Penny Bauersfeld, John Bennett, and Gene Lynch (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 389-395, 1992.
- [11] M. Zapata, Métodos de evaluación sin usuarios [en línea]. Universidad Abierta de Cataluña, 2011. Recuperado del sitio web: https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Evaluacion_de_la_usabilidad/Evaluacion_de_la_usabilidad_%28Modulo_2%29.pdf [fecha de consulta: 29/05/2015].

Combatiendo la deserción de estudiantes universitarios con el uso de tecnologías de información

Cobián-Alvarado, M., Damián-Reyes, P., Andrade-Aréchiga, M., JRG Pulido, Acosta-Díaz, R.¹

¹ Universidad de Colima. Av. Universidad 333. Colima, Col. 28040. México
{mcobian, damian, mandrad, jrpg, acosta}@ucol.mx

Resumen. Evaluar es una de las estrategias que un estudiante puede aplicar para identificar áreas de oportunidad que le ayuden a progresar y crecer en su ambiente académico. La evaluación le proporciona, al estudiante y a los profesores, elementos específicos sobre algunas necesidades para aprender y sus posibles deficiencias en habilidades. Buscando fortalecer esta área de evaluación y apoyo al estudiante, en este documento se expone el desarrollo de un sistema de contextualización para el apoyo de tutores inteligentes a nivel universitario que clasifica al estudiante con base en los resultados obtenidos por la aplicación de una serie de test estandarizados. También se presentan los resultados de usabilidad del sistema funcionando.

Palabras clave: Evaluación, Software, Contextualización.

1 Introducción

Es muy preocupante la gran deserción estudiantil en los distintos niveles académicos a nivel nacional. Esto afecta a todos, no solo a los mismos estudiantes, ya que la inversión utilizada en bienes académicos se está desperdiciando, pues muchos de éstos no completan sus estudios. Del total de los que ingresan al nivel superior, solo el 27% egresan [1]. En el nivel universitario además de la deserción, también está la reprobación por parte de un gran número de alumnos.

Para el nuevo ingreso de estudiantes, siempre se busca que éstos cuenten con los conocimientos indispensables para su superación durante su formación. Para ello es necesario una valoración que permita determinar debilidades y fortalezas. Las debilidades encontradas deben ser analizadas y manejadas cuidadosamente, por lo que la acción de los profesores en el desarrollo de cualquier tipo de material es sumamente importante, para ayudar al estudiante en su mejora y por tanto, que éste pueda conducirse exitosamente en su formación.

Por ello, se desarrolló e implementó un sistema de contextualización con la finalidad de que cada estudiante universitario identifique las fortalezas y debilidades respecto a sus conocimientos, en el momento de ingresar a la universidad.

En una primera etapa, el proyecto se dirigió a los alumnos y aspirantes para identificar sus habilidades al momento del ingreso en las áreas de matemáticas, comunicación oral y escrita, autoestima y hábitos de estudio.

El sistema de contextualización está integrado en un sistema de tutoría inteligente, para posteriormente ofrecer materiales de reforzamiento en las áreas que el estudiante requiera. Los programas basados en técnicas de los sistemas inteligentes suelen adoptar la forma de tutoriales en los que el estudiante puede tomar la iniciativa.

Los sistemas tutores inteligentes han impactado desde sus inicios en las aplicaciones de la informática educativa y, con el afán de mejorar como sistema, surgen novedosas arquitecturas y técnicas de desarrollo [2]. Tras el estudio de varios elementos relacionados con el tema [3], se hace cada vez más necesaria la profundización en el contenido de conceptualizaciones, desarrollo y adaptaciones de estos sistemas con el fin de proponer nuevas estrategias para desarrollar aplicaciones de esta índole que garanticen flexibilidad y apoyo a los procesos de instrucción [4,5]. Pero primero es necesario saber qué nivel de aprendizaje tiene el estudiante.

2 Metodología

Para el desarrollo del sistema, se hizo lo siguiente:

1. Desarrollo de instrumentos

En el sistema de contextualización se consideraron 4 áreas, por ser las que presentan mayor problemática al inicio de una carrera universitaria. Estas áreas son: Matemáticas, Comunicación Oral y Escrita, Hábitos de estudio y Autoestima. Este escenario representa las características más comunes que han sido reportadas en la mayoría de los proyectos de trabajo sobre el área seleccionada. Cada uno de los instrumentos fue validado por expertos, como se muestra en la tabla 1.

Módulo	Número de preguntas	Categorías	Coefficiente de confiabilidad
Hábitos de estudio	30	6	0.9123
Autoestima	20	3	0.9354
Matemáticas	35	5	0.8945
Comunicación oral y escrita	20	2	0.8876

Tabla 1. Instrumentos desarrollados y su correspondiente coeficiente de confiabilidad

2. Creación de un entorno web

La herramienta se desarrolló en un ambiente web para ser usado por los estudiantes con acceso en cualquier lugar con conexión a Internet, la tecnología utilizada se basa en herramientas Microsoft: IIS (Internet Information Services) para el servidor Web, ASP.net MVC y Visual C# para la aplicación, SQL Server como administrador de la base de datos. Adicionalmente, por el lado del cliente se utilizó el framework Bootstrap que utiliza tecnologías como HTML, CSS y JavaScript para su funcionamiento [6].

3. Validación del sistema

El sistema fue evaluado minuciosamente por 7 expertos que visualizaron y determinaron la calidad del sistema desde la perspectiva de usabilidad y funcionalidad. El proceso de evaluación no involucró pruebas de desempeño de la aplicación, en esta primera etapa sólo se evaluó la facilidad de uso y el manejo de la interfaz de usuario. Para la percepción de facilidad de uso, utilidad, actitud hacia el uso del software e intención de uso, los resultados indican una alta aceptación como se puede observar en la tabla 2.

Criterio	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Neutral	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Percepción de facilidad de uso					
Fácil de usar	40.00%	26.67%	15.56%	11.11%	6.67%
Fácil de aprender	44.44%	28.89%	6.67%	8.89%	11.11%
Claro y entendible	48.89%	33.33%	13.33%	2.22%	2.22%
Fácil de navegar	57.78%	26.67%	8.89%	4.44%	2.22%
Percepción de utilidad					
Eficiencia	42.22%	37.78%	8.89%	6.67%	4.44%
Desempeño	62.22%	33.33%	2.22%	4.44%	0.00%
Productividad	37.78%	31.11%	24.44%	4.44%	2.22%
Utilidad	55.56%	40.00%	2.22%	2.22%	0.00%
Actitud hacia el uso del software					
Disgusta	6.67%	11.11%	13.33%	35.56%	33.33%
Actitud favorable	48.89%	24.44%	11.11%	6.67%	8.89%
Buena idea	66.67%	22.22%	4.44%	4.44%	2.22%
Idea tonta	0.00%	6.67%	17.78%	24.44%	51.11%
Intención de uso					
Intención de usar	51.11%	26.67%	8.89%	11.11%	2.22%
Volver a usar	62.22%	22.22%	6.67%	6.67%	2.22%
Usar en clase	55.56%	33.33%	4.44%	6.67%	0.00%

Tabla 2. Resultados del test de usuarios.

4. Integración del sistema de contextualización al sistema de tutoría inteligente.

El sistema de contextualización apoya en la clasificación del estudiante tomando como base los resultados obtenidos en los instrumentos de evaluación, esos datos permiten generar un escenario en donde el estudiante es clasificado en una escala de valoración estandarizada que representa el nivel de habilidades y conocimientos adquiridos en el momento de la aplicación de las encuestas. Las encuestas han sido validadas y fueron generadas tomando como base un conjunto de parámetros estándar para el tratamiento y manipulación de datos relacionados con las áreas de aplicación de las encuestas.

3 Desarrollo

Para almacenar la información del sistema se utilizó una base de datos administrada en SQL server la adquisición de una licencia que tiene un costo. Esa situación es la principal justificante que los administradores de DB han utilizado como limitante en la

utilización de este DBMS, sin embargo, el rendimiento y desempeño en la admiración de los datos no se limita en la versión de uso gratuito, cumple con los requerimientos funcionales y necesarios establecidos para el funcionamiento del sistema de contextualización. Particularmente las restricciones establecidas por la versión express del DBMS son en el tamaño máximo permitido de la BD, sin embargo, para implementar las acciones de evaluación y prueba del sistema, la versión Express del DBMS cumple con los requerimientos funcionales requeridos por el escenario de aplicación establecido y el tamaño máximo de BD es suficiente.

Uno de los elementos importantes que puede afectar el desempeño de un DBMS es una mala organización del diseño de la BD. Un diseño deficiente de la estructura de la BD puede provocar un funcionamiento inadecuado del DBMS y dificultar la recuperación eficiente de los datos requeridos por los sistemas de información. Por lo tanto, el trabajo del diseñador de BD es uno de los elementos cruciales para garantizar el desempeño eficiente en la administración de los datos. Para el sistema de contextualización se definió la estructura de la BD que se muestra en la figura 1.

En el sistema de contextualización se definió una interfaz minimalista colocando únicamente los elementos visuales básicos necesarios para que el estudiante de una manera intuitiva ingrese a las opciones de evaluación de cada encuesta y posteriormente visualice sus resultados.

Para la creación de las interfaces de usuario se utilizó el entorno de diseño web Bootstrap, que se integra de un conjunto de herramientas basadas en tecnologías como HTML, CSS y JavaScript. Este entorno es muy sencillo de utilizar y existe una amplia documentación que facilita el trabajo del desarrollador de aplicaciones. En la página principal del producto <http://getbootstrap.com/> se pueden obtener las herramientas necesarias para el funcionamiento y la documentación completa para su implementación.

2012 express. El SQL server es uno de los DBMS más robustos y poderosos, sin embargo, para su completa utilización y sin limitaciones, se requiere de

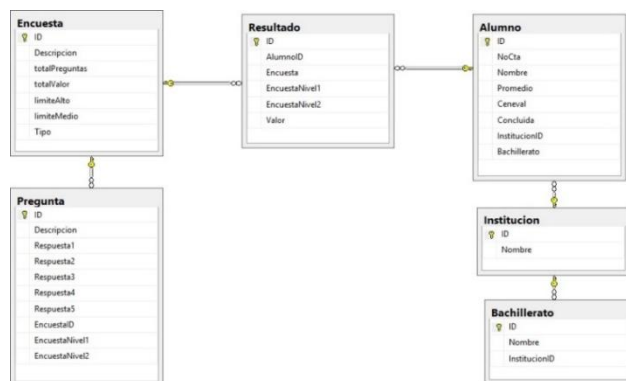


Fig. 1. Estructura de la base de datos.

El acceso al sistema de contextualización se realiza a través de un sistema federado a nivel institución. La primera pantalla que le aparece al estudiante es la validación federada institucional (figura 2a), el estudiante ingresa con su correo institucional y su clave de acceso personal. Una vez validado el acceso se muestra la pantalla principal del sistema de contextualización, en la parte superior izquierda se despliega el nombre del estudiante, en la parte superior derecha se presentan las opciones para dirigirse a la pantalla inicial, visualizar la información de contacto, los datos del proyecto y salir del sistema (figura 2b).

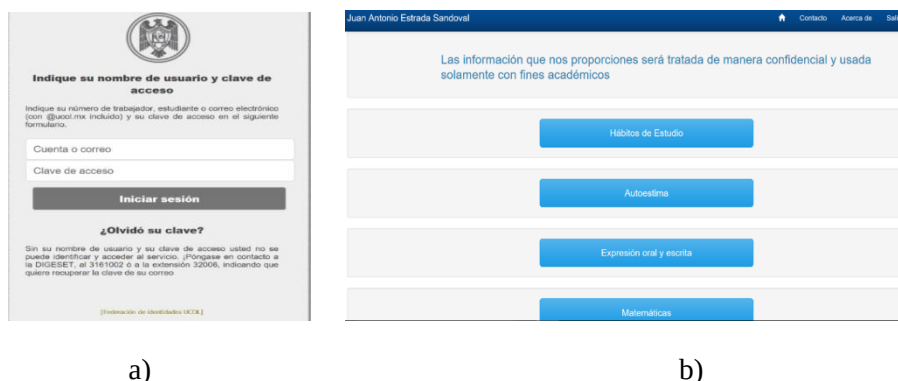


Fig. 2. Interfaces de a) acceso federado institucional, b) usuario del sistema de contextualización.

En la parte central del sistema se lista las diferentes encuestas que el estudiante debe contestar, estas encuestas son las que el administrador del sistema agregó en el catálogo de encuestas. Para la versión actual del sistema de contextualización se determinó realizar el estudio con las encuestas de matemáticas, expresión oral y escrita, autoestima y hábitos de estudio.

El estudiante hace clic sobre alguna de las encuestas y se presentan las preguntas que la integran, como se muestra en la figura 3.



Fig. 3. Pantallas de los dos tipos de preguntas.

Las preguntas son obtenidas en grupos de 5 de manera aleatoria del banco completo de preguntas creadas por el administrador. Por cada encuesta se elaboraron y capturaron un banco de preguntas específicas con sus respectivas respuestas. Las preguntas pueden ser con respuesta específica o con respuesta tipo Likert, en las preguntas del primer tipo, el sistema muestra de manera aleatoria las respuestas capturadas al momento de crear la pregunta, para el segundo tipo se presenta la escala de valoración Likert que va de completamente de acuerdo a completamente en desacuerdo. El estudiante selecciona la respuesta que considera correcta y de manera interna el sistema registra en la tabla temporal respuesta la elección del estudiante. Utilizando el botón “siguiente” el estudiante avanza en la encuesta, para poder avanzar al siguiente grupo de preguntas es requisito que se hayan contestado todas las preguntas presentadas, adicionalmente como apoyo visual en la parte superior se muestra una barra del porcentaje de avance en relación al total de la encuesta.

Cuando el estudiante concluye una encuesta, el sistema de manera automática obtiene los resultados y los almacena en la tabla de resultados que será utilizada en ingresos posteriores para generar las gráficas visuales de resultados. Al regresar a la pantalla principal, el estudiante visualizará el listado de encuestas que aún no ha contestado. El proceso se repite hasta contestar todas las encuestas.

Una vez que el usuario ha contestado todas las encuestas, se muestra una nueva interfaz que maneja un semáforo académico de colores que se basa en los resultados del estudiante: verde muy bien, amarillo regular y rojo requiere atención, como se muestra en la figura 4.



Fig. 4. Pantalla indicando el semáforo académico.

El estudiante hace clic sobre alguna de las encuestas y se muestra una gráfica con la representación visual de los puntos obtenidos. Además, se incluye en la parte izquierda de la pantalla el listado de categorías por áreas del conocimiento, el color se basa en el semáforo académico y las opciones en donde el estudiante obtuvo un puntaje de amarillo o rojo la opción se convierte en una liga hacia el material de apoyo específico para esa área del conocimiento.

4 Aplicación

La tecnología utilizada para el desarrollo de la aplicación se basa en la plataforma .Net de Microsoft. El lenguaje utilizado es el Visual C# de la plataforma .Net, este lenguaje de programación es completamente orientado a objetos y permite la programación conducida por eventos. El entorno de desarrollo Visual Studio profesional en su versión 2015 fue el que se utilizó para la creación de la aplicación, este entorno de desarrollo cuenta con una gran cantidad de herramientas que facilitan el proceso de creación de software, es un entorno multilenguaje en donde se incluye el Visual C#.

La arquitectura de desarrollo utilizada es la modelo, vista, controlador (MVC). Esta arquitectura permite una organización jerárquica y ordenada de los archivos que integran el proyecto de desarrollo. Los modelos son las clases que definen la estructura de los datos que son utilizados en la aplicación. Las vistas son los archivos que definen la interfaz de usuario de la aplicación, utilizando las vistas se muestran o se obtienen datos que son utilizados por la aplicación. La ejecución de una aplicación MVC se basa en la llamada a acciones pertenecientes a las clases, tenemos así por ejemplo que para cargar la pantalla principal de la aplicación se hace una llamada al método Index de la clase Home. En la arquitectura MVC no se hacen llamadas a archivos, la ejecución se basa en llamadas a métodos [7].

Internamente la tecnología de administración de datos que se utiliza es el “*Entity Framework*” (EF) de Microsoft. El EF es una herramienta que permite a los desarrolladores de software trabajar con datos relacionales usando objetos específicos del dominio. Elimina la necesidad de la mayor parte del código de acceso a datos que los desarrolladores suelen tener que escribir. También se utiliza el lenguaje LINQ (*Language-Integrated Query*) que es un conjunto de características pertenecientes al Visual Studio que agrega capacidades de consulta eficaces utilizando sintaxis en el lenguaje C#. LINQ incorpora patrones fáciles y estándar para consultar y actualizar datos, y la tecnología se puede ampliar para proporcionar compatibilidad prácticamente con cualquier tipo de almacén de datos [8,9].

La metodología de desarrollo de software utilizada es la RAD (Rapid Application Development), que implica el desarrollo iterativo y la construcción de prototipos funcionales con gran rapidez y de alta calidad. Específicamente se utilizó la metodología Scrum por su agilidad y flexibilidad para la creación de software, una de sus características principales es construir la funcionalidad principal de la aplicación con la participación activa del usuario los cuales se entusiasman y se comprometen con el proyecto dado que lo ven crecer iteración a iteración [10].

5 Evaluación del sistema

La evaluación del sistema se llevó a cabo con 7 expertos en desarrollo de software y 45 usuarios potenciales: estudiantes universitarios de primer año de ingeniería. Las valoraciones obtenidas en 3 cuestionarios (prueba heurística, modelo de aceptación de tecnología y test de usuarios) se resumen en la tabla 3. Las valoraciones se uniformaron en una escala de 0-100 puntos.

Evaluable	Recorrido cognitivo	Usabilidad	Funcionalidad	Diseño	Fiabilidad
Expertos	84	92	91	85	86
Usuarios potenciales	89	91	88	90	89

Tabla 3. Resultados de la evaluación del sistema de contextualización

Como se observa en todos los aspectos tuvo una valoración por arriba de 80 puntos, siendo el más alto el de usabilidad, por lo que el resultado global indica que el sistema tiene una alta aceptación.

5 Conclusiones

El desarrollo del sistema de contextualización permitió poner en práctica una serie de tecnologías y herramientas de desarrollo ágil de aplicaciones de software. Las

tecnologías utilizadas han permitido un óptimo funcionamiento de la herramienta, los usuarios no han reportado problemas al ingresar al sistema de contextualización, tampoco se ha reportado algún problema de conexión o saturación del sistema, lo cual es correspondiente con la evaluación a la que fue sometido el sistema.

La importancia de este desarrollo no sólo está en el diseño del software sino en los beneficios que tendrán los usuarios con la evaluación de sus habilidades y el seguimiento de sus resultados de aprendizaje. Al desarrollar y poner en operación los sistemas de apoyo tutorial, permitirán implementar un programa de alerta temprana para identificar a los jóvenes en riesgo de desertar. Por otro lado también posibilita establecer programas remediales de apoyo a estudiantes de nuevo ingreso que presenten carencias académicas y que fortalezcan el desarrollo de hábitos de estudio entre los estudiantes. Todo esto con el fin de reducir los niveles de deserción de los estudiantes y favorecer la conclusión oportuna de sus estudios.

Agradecimientos: al PROFOCIE 2015 por el apoyo para la gestión de este proyecto.

Referencias

- [1] ANUIES 2004-2015. Anuario Estadístico de la ANUIES. Recuperado de: http://www.anui.es.mx/servicios/e_educacion/docs/estadisticas_2003-2015.htm
- [2] D. McNamara, C. Soto, M. Jacovina, E. Snow, J. Dai, L. Allen, C. Perret, D. Russell. iSTART-E: Desarrollando un tutor inteligente para la comprensión lectora de estudiantes de habla hispana. Learning Science Institute. Arizona State University, 2015.
- [3] G. Nurgazinova, V. Golenkov, A. Sharipbay, A. Omarbekova, A. Barlybaev. On creation of the intelligent help system. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. Vol. 86 (1), 26-33, 2016.
- [4] Y. Duarte y Y. Legrá. Los Sistemas Tutores Inteligentes, Revista TINO, 2014.
- [5] B. Nye. ITS, the End of the World as We Know It: Transitioning AIED into a Service-Oriented Ecosystem. International Journal of Artificial Intelligence in Education. Vol. 26 (2), 756-770, 2016.
- [6] J. Munro. ASP.NET MVC 5 with Bootstrap and Knockout.js: Building Dynamic, Responsive Web Applications. O'Reilly Media, 2015.
- [7] J. Galloway, B. Wilson, A. Scott, D. Matson. Professional Asp.net Mvc 5. Ed. Wrox Pr Inc, 2014.
- [8] J. Lerman y R. Miller. Programming Entity Framework: DbContext. Ed. Oreilly & Associates Inc, 2012.
- [9] S. Mukherjee. Thinking in Linq: Harnessing the Power of Functional Programming in .net Applications. Apress, 2014.
- [10] M. Alaimo y M. Salias. Proyectos Ágiles con Scrum: Flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos. Ed. Kleer, 2013.

Uso de las TIC como apoyo a las actividades de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Programación Estructurada

Área de conocimiento: Tecnologías aplicadas a la educación

Aidee Cruz Barragán¹ y Anabelem Soberanes Martín²

¹Universidad de la Sierra Sur, Calle Guillermo Rojas Mijangos S/N, Esq. Av. Universidad Col. Ciudad Universitaria, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oax., México C.P. 70800

aidee_cruz@outlook.com

² Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Hermenegildo Galeana #3, Valle de Chalco Solidaridad, Estado de México, México. C.P. 56615

asoberanesm@uaemex.mx

RESUMEN. En el presente trabajo se muestra el proceso que se dio para implementar la plataforma virtual Moodle en la asignatura de Programación Estructurada de la Licenciatura en Ciencias Empresariales de la Universidad de la Sierra Sur. Esta iniciativa surge como respuesta a la necesidad de involucrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramienta de apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje presencial. Teniendo en cuenta que las TIC brindan posibilidades de innovación en dichos procesos, se plantea un modelo de formación combinado que hace uso de las ventajas de la formación on-line y la formación presencial llamado b-learning (blended learning o aprendizaje mezclado). Este modelo contempla la integración de recursos tecnológicos en busca de resultados formativos aplicables a las necesidades de enseñanza-aprendizaje, para potenciar las fortalezas de la modalidad presencial abriendo un abanico de posibilidades de aprendizaje e interactividad.

Palabras clave: Moodle, tecnologías de la información y la comunicación, entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje.

1 Introducción

Actualmente la tecnología ha estado en constante cambio durante los últimos años, no solo ha revolucionado la enseñanza y el aprendizaje sino también ha creado muchas nuevas opciones para la entrega de programas elaborados para un aprendizaje mixto que son los programas que combinan la educación presencial y a distancia, b-learning (por “blended learning” o aprendizaje mezclado), las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), el desarrollo de la tecnología de la computación digital, Internet y la World Wide Web, entre otros, han sido la diferencia y ha causado un gran impacto en el dominio de la educación. Con el avance y alcance que ha obtenido la tecnología actual logra cubrir altas demandas de educación, brindando a los estudiantes programas de estudio de gran calidad dispuestos en plataformas interactivas de manera flexible, accesible, confiable y diversa para el demandante.

En el informe de NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition hace mención de las tendencias clave que impulsan la adopción de la tecnología educativa en la educación superior a corto plazo entre las cuales menciona: el enfoque progresivo en la medición del aprendizaje el cual se refiere a la medida que se redefinen las habilidades necesarias para el mercado de trabajo, las universidades deben repensar cómo miden el dominio de una materia. De ahí, el interés por las técnicas de análisis del aprendizaje y el software de minería de datos, especialmente en relación con la educación en línea y mixta. Otra tendencia es el aumento de los programas de aprendizaje mixto que son los programas que combinan educación presencial y a distancia, a medida que se entienden mejor sus posibilidades, su flexibilidad, su facilidad de acceso y el potencial de integración de tecnologías multimedia [i].

Para los especialistas, es necesario generar estrategias que combinen el aprendizaje formal con el informal. La posibilidad de aprender cualquier habilidad o conocimiento mediante las nuevas tecnologías debe ser reconocida como parte de la formación. La tecnología forma parte central de la vida académica, pero es responsabilidad de la universidad mantener cierto equilibrio entre las actividades presenciales y las que pueden realizarse en línea, para no desconectar de la realidad lo que se desea enseñar.

Aprovechando las funcionalidades de las TIC, se multiplican los entornos virtuales para la enseñanza y el aprendizaje, libres de las restricciones que imponen el tiempo y el espacio en la enseñanza presencial y capaz de asegurar una continua comunicación (virtual) entre estudiantes y profesores. También permiten complementar la enseñanza presencial con actividades virtuales y créditos on-line que pueden desarrollarse en casa, en los centros docentes o en cualquier lugar que tenga un punto de conexión a Internet [ii].

En el presente trabajo se muestra el proceso que se dio para implementar un entorno virtual en la asignatura de Programación Estructurada de la Licenciatura en Ciencias Empresariales de la Universidad de la Sierra Sur. Esta iniciativa surge como respuesta

a la necesidad de involucrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramienta de apoyo en los procesos de enseñanza-aprendizaje presencial.

2 Estado del arte

Las tics en la educación

Retomando palabras textuales de la UNESCO en su documento “Estándares de competencias en Tecnologías de Información en Educación, para docentes”, el cual hace referencia acerca de una reflexión sobre la utilización de los recursos tecnológicos en la labor docente, permitiendo a los estudiantes llegar a ser [iii]:

- Competentes para utilizar tecnologías de la información.
- Buscadores, analizadores y evaluadores de información.
- Solucionadores de problemas y tomadores de decisiones.
- Usuarios creativos y eficaces de herramientas de productividad.
- Comunicadores, colaboradores, publicadores y productores.
- Ciudadanos informados, responsables y capaces de contribuir a la sociedad.

De esta forma se logra desarrollar en los estudiantes sus potencialidades en el manejo de las TIC, esta labor debe ser desempeñada por el docente, para generar estrategias, establecer actividades, crear oportunidades y un entorno propicio que posibilite el aprendizaje aprovechando el uso de los diferentes recursos tecnológicos, tanto en el aula como por fuera de ella.

Definición de plataforma educativa

Una plataforma e-learning, se refiere a un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje (EVEA), es una aplicación web que integra un conjunto de herramientas para la enseñanza-aprendizaje en línea, permitiendo una enseñanza no presencial (e-learning) y/o una enseñanza mixta (b-learning), donde se combina la instrucción en Internet con experiencias en la clase presencial [iv].

De esta forma una plataforma educativa es una herramienta de enseñanza virtual, en la cual tanto docentes como alumnos colaboren y creen su propio aprendizaje, mediante las herramientas proporcionadas por las plataformas para crear un entorno práctico.

Tipos de plataformas educativas

Existen algunas plataformas educativas clasificadas en diferentes categorías dependiendo del tipo de funciones específicas con las que cuentan. Cabe mencionar que todas las plataformas tienen un único objetivo el cual es diseñar, crear y gestionar cursos en línea en donde el profesor interactúe con el alumno.

Dentro de la clasificación de las plataformas se tienen las de software libre, que son gratuitas para el público pero no tiene todos los privilegios. A pesar de eso están muy bien estructuradas para que las instituciones trabajen con ellas a la par y es buena opción para aquellas que no cuentan con los recursos necesarios. El segundo tipo, son las plataformas comerciales, éstas cuentan con todos los privilegios debido a que pagan para poder utilizarla. El costo depende de la plataforma que será empleada. Por último, se encuentran las plataformas de desarrollo propio, aquí cada plataforma se crea dependiendo de las necesidades de cada institución que desee implementarla. Cabe mencionar que el desarrollador goza de cualquier privilegio debido a que por obvias razones están creadas pensando en el modelo educativo con el que cuenta la institución por lo tanto no presentarán ningún problema para adaptarse [v].

Haciendo referencia a las plataformas de software libre estas son las más utilizadas por brindar al usuario su código fuente y poder realizar modificaciones específicas, además de poder distribuirla con los demás usuarios y crear comunidades a nivel mundial sin ningún costo. Existen varias plataformas dentro de este rango, las cuales aportan beneficios para las instituciones; las más utilizadas a nivel mundial son Moodle, Sakai y Claroline.

La Plataforma Educativa Moodle

Moodle es un Sistema de Gestión de Cursos de Código Abierto (Open Source Course Management System, CMS), conocido también como Sistema de Gestión del Aprendizaje (Learning Management System, LMS) o como Entorno de Aprendizaje Virtual (Virtual Learning Environment, VLE). Es una aplicación web gratuita que los educadores pueden utilizar para crear sitios de aprendizaje efectivo en línea” [vi].

En resumen Moodle es un completo sistema de administración de cursos, su nombre es el acrónimo de Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de

Aprendizaje Dinámico Orientado a Objetos y Modular) es un Ambiente Educativo Virtual, sistema de gestión de cursos, de distribución libre, que ayuda a los profesores y demás interesados en la educación virtual a crear comunidades de aprendizaje en línea originando tipos de plataformas tecnológicas conocidas como LMS.

Está diseñado para soportar tanto la enseñanza como el aprendizaje con más de 16 años de desarrollo guiado por la pedagogía del constructivismo social, proporciona un conjunto poderoso de herramientas centradas en el estudiante y ambientes de aprendizaje colaborativo que le dan poder tanto a la enseñanza como al aprendizaje [vii].

3 Metodología Usada

Para la implementación se utilizó la Ruta Estratégica para *Blenden Learning* la cual incluye las etapas de análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación [viii], como se muestra en la Fig. 1.

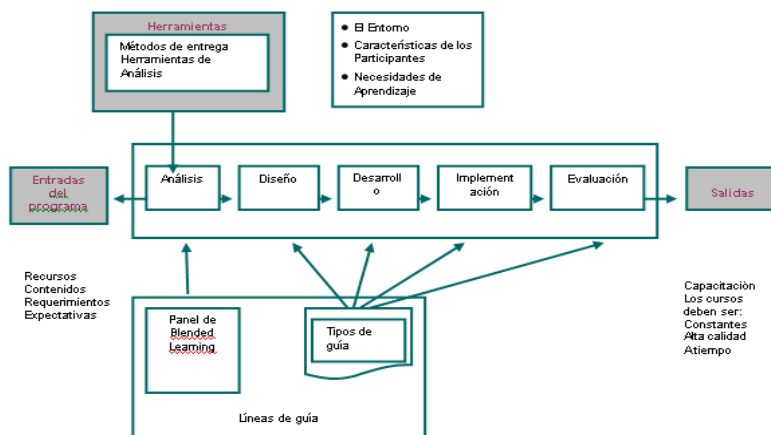


Fig. 1 Ruta Estratégica para Blenden Learning

3.1 Análisis

En esta etapa se definieron los requisitos de hardware, software y tecnologías de comunicación.

- Se entregaron los requisitos básicos para el hardware y software, tanto para el servidor como para los usuarios finales.
- Se revisaron las alternativas para hospedar la plataforma dentro o fuera de la institución, analizando sus ventajas y desventajas.

- Se establecieron los tipos de usuarios que deben estar involucrados en el uso, administración y mejoramiento de la plataforma, considerando los roles de administrador, facilitador o tutor, alumno, especialista en multimedia, especialista en e-learning e invitado.

3.2 Diseño

Las actividades que se realizaron durante esta fase fueron:

- Se revisaron las funcionalidades y contenidos incluidos en la plataforma.
- Se realizó el diseño de la arquitectura de navegación.
- Se hizo el diseño de la interfaz, bosquejando el orden de presentación de los bloques o módulos para darle la presentación deseada.
- Se diseñó de la propuesta para la asignatura de Programación Estructurada, que integró actividades virtuales con sesiones presenciales de clase habitual.

3.2.1 El entorno

El diseño del entorno virtual de aprendizaje en el que se desarrolló el curso es uno de los elementos fundamentales para el éxito de una iniciativa educativa de este tipo. La plataforma fue pensada en función de los alumnos. No olvidemos que esta plataforma hará las funciones de “aula” de trabajo. Al margen de gustos y estilos tuvo que ser una plataforma que cumpliera las siguientes características:

- Atractiva con elementos dinámicos que atraigan al estudiante.
- Bien estructurada: la organización de los materiales educativos debes ser impecables.
- Funcional e intuitiva para el usuario.

Otro aspecto que se consideró fue asegurar que se contaba con un servidor robusto, con gran capacidad y seguridad, que garantizara la posibilidad de que los alumnos pudieran acceder en cualquier momento al curso.

3.3 Desarrollo

Para el desarrollo se ocuparon herramientas básicas para la elaboración de contenidos académicos:

- Páginas web.
- Imagen.
- Audio.
- Video y animaciones.

- Video Streaming y Video tutoriales.
- Software para la creación de evaluaciones.
- Objetos de aprendizaje.
- Contenidos Formativos: diseño gráfico, ergonómico, e instruccional de los materiales didácticos.

3.4 Implementación

En este proceso se realizaron todas las tareas necesarias para construir el ambiente operativo de la plataforma LMS:

- Lenguaje PHP versión 5.3.8
- Versión de MySQL: 5.0.95
- Versión de apache: 2.2.21
- Aplicación PhpMyadmin para la manipulación de las bases de datos.
- Sistema operativo: Linux.
- Matriculación de usuarios.

3.5 Evaluación

En esta fase se realizarán pruebas de la interfaz gráfica, navegación y se verificará que los contenidos sean los adecuados para alcanzar los objetivos de aprendizaje. Para esta etapa es necesario tener un modelo de evaluación de cursos virtuales que incluye el análisis de la calidad de los materiales de estudio, el desempeño del docente (la comunicación y la interacción) y la calidad del entorno tecnológico. Los resultados de la evaluación del curso, sus aspectos positivos y aquellos que hay que mejorar, permitirán en el futuro un mejor ofrecimiento de éste curso, por el bien del programa educativo universitario, la tarea del profesor y la experiencia educativa de los alumnos.

La calidad del entorno virtual educativo, su acceso, navegabilidad, propuesta visual y herramientas disponibles, son importantes para garantizar la viabilidad del curso en Internet.

El desempeño docente, es central en ésta modalidad, como responsable del ofrecimiento de los contenidos del curso, las propuestas de actividades que harán que los alumnos se acerquen a los contenidos y de las evaluaciones que permiten conocer la concreción en la adquisición del conocimiento por parte de los alumnos.

También se considerarán las opiniones de los alumnos sobre los materiales de estudio, la interacción/comunicación con el docente y el uso de la plataforma virtual. Desde la opinión de los alumnos se pudiera considerar si el curso cuenta con material educativo de calidad y pertinencia temática.

También es importante plantear un grupo experimental que no utilice la plataforma para aprender este tema y poder hacer la comparación de la utilidad de la herramienta contra los que la utilicen, ciertos criterios de evaluación se definirán después de que se implemente una prueba piloto con un cierto sector de población de estudiantes.

Esta prueba piloto consistirá en hacer actividades de la materia mediante la plataforma educativa. Estas actividades se realizarán en cierto tiempo, después de que hayan pasado el tiempo estimado se haría un cuestionario para ver si los estudiantes tuvieron un aprendizaje significativo.

4 Resultados experimentales

El producto obtenido fue la implementación de la plataforma Moodle y del curso de Programación Estructurada, utilizando el LMS Moodle, con las funcionalidades básicas para operar e iniciar su uso por los administradores, personal docente y alumnos. Para ingresar al sistema, se debe iniciar un navegador de Internet, y entrar al sitio <http://aulavirtual.unsis.edu.mx/cenid>.

A continuación se desplegará la página principal, que se muestra en la Fig. 2.



Fig. 2 Pantalla de inicio

En la Fig. 3 se muestra el acceso donde un usuario debe registrarse para ingresar a los cursos a los que está inscrito. Para ello, deberá seleccionar un curso desde la sección “Mis cursos”.

Fig. 3 Pantalla de acceso

En la Fig. 4 se muestra el material presentado que corresponde al curso de Programación Estructurada, este curso fue enriquecido con nuevos recursos de aprendizaje, ya que en todas las unidades se incorporan recursos de tipo web 2.0, como referencias a videos, presentaciones seleccionadas, etc.

Fig. 4 Curso creado

5 Conclusiones e investigaciones futuras

Al implementar un sistema de educación virtual en la Universidad de la Sierra Sur que apoye los procesos de enseñanza en la modalidad presencial y que responda a los planes estratégicos de la Institución en torno a la oferta académica trae con ello muchas ventajas entre ellas:

- Flexibilizar los procesos de enseñanza aprendizaje haciendo uso intensivo de las TIC como recurso que favorece la autoformación.
- Desarrollar en la comunidad académica habilidades y competencias en el uso e implementación educativa de las TIC.
- Desarrollar actividades de divulgación a nivel interno y externo en busca de la consolidación y el fortalecimiento en el uso e implementación de las TIC.

Además, la institución puede empezar a construir un repositorio de materiales educativos, mismos que pueden ser reutilizados o compartidos, independientemente de la versión de Moodle, o de cualquier otro LMS que la institución pueda migrar o seleccionar en el futuro, ya que el contenido es una pieza modular en cualquier sistema de e-learning.

Asimismo, el profesor podrá contar con una herramienta para proporcionar información, acompañamiento y retroalimentación a sus alumnos, además de tener acceso a estadísticas para monitorear el nivel de aprendizaje del grupo. El alumno a su vez, mejorará y ampliará sus posibilidades de aprendizaje en forma activa, al interactuar con el profesor y sus compañeros.

Las piezas fundamentales para el éxito de esta modalidad mixta, serán la capacitación y la calidad de los contenidos, la disponibilidad de la plataforma y su adecuado funcionamiento y administración.

Por último es recomendable realizar un pilotaje con un grupo de alumnos para evaluar el funcionamiento y su impacto.

Referencias

- [1] NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition, <http://cdn.nmc.org/media/2016-nmc-horizon-report-he-EN.pdf>
- [2] Marquès Graells Pere, 2000. Impacto de las Tic en Educación: Funciones y Limitaciones. <http://www.uovirtual.com.mx/moodle/lecturas/ustics/3.pdf>.

[3] ESTÁNDARES UNESCO DE COMPETENCIA EN TIC PARA DOCENTES, 2008.

<http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>

[4] Ramboll Management (2004). Studies in the Context of the E-learning Initiative: Virtual Models of European Universities (Lot). Draft Final Report to the EU Commission, DG Education y Culture”. Consultado agosto 2016, desde http://www.elearningeuropa.info/extras/pdf/virtual_models.pdf.

[5] Arias Hurtado Alma Isabel, Gracia Nolasco Rosa Icela, Talamantes Molina Cinthya Grisel, Valenzuela Mendoza Filiberto. Implementación de una plataforma educativa en una institución de nivel medio superior como apoyo en las actividades docentes. <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/viewFile/254/300>

[6] Moodle. ¿Qué es Moodle? (2016). Recuperado de: <http://www.moodle.org>

[7] MoodleDocs. (2010). Documentación de Moodle, consultado en agosto de 2016, disponible en internet (https://docs.Moodle.org/all/es/Acerca_de_Moodle).

[8] Ghirardin Beatrice (2014) Metodologías de E-learning Una guía para el diseño y desarrollo de cursos de aprendizaje empleando tecnologías de la información y las comunicaciones, consultado en agosto de 2016, disponible en internet. http://www.fao.org/elearning/Sites/ELC/Docs/FAO_elearning_guide_es.pdf

B-Learning. Aprendizaje mezclado para Ecuaciones Diferenciales

Mayra Olguín Rosas¹, Adalberto López López¹, Christian Carlos Delgado Elizondo¹ y
Socorro Martínez José¹

¹Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Universidad Nacional Autónoma de México
|

olguin_68@yahoo.com.mx, ccdelgadoe@gmail.com

Av. Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, Santa Cruz Acatlán, Naucalpan de Juárez
53150, Estado de México | (55)5623.1604 |

Resumen: En este proyecto se esbozan las ventajas competitivas que nos ofrece el sistema de enseñanza B-Learning, como una alternativa para lograr aprendizajes significativos en el aula de forma tradicional, mediante la incorporación de nuevas tecnologías que apoyen las diversas formas de inteligencias que se distinguen entre los alumnos. Así mismo, se ejemplifica esta modalidad para la materia de Ecuaciones Diferenciales.

Palabras Clave: Teoría del aprendizaje, Diseño instruccional, Objeto de aprendizaje, Moodle, B-Learning.

Introducción

A lo largo de la historia, a medida que se han ido introduciendo tecnologías en la educación, se han ido produciendo cambios tanto en la forma de enseñar como en la forma de aprender. La transmisión oral ha sido la primera forma de enseñanza.

Pero no ha sido el afán de la sociedad por culturizarse, sino una transformación en la industria (la revolución industrial), la que ha traído consigo la creación de los sistemas educativos en los estados, con la consiguiente generalización de la educación. Para ello se crean las escuelas a imagen y semejanza de las industrias -con horarios preestablecidos, con una metodología de trabajo, etc.- para formar personal calificado para trabajar en las fábricas.

De este modo, si la sociedad industrial ha creado un sistema educativo adecuado a sus necesidades, de la misma forma la Sociedad de la Información tendría que crear o adaptar el sistema educativo a sus necesidades si lo que queremos es que haya una interrelación sistema educativo-sistema productivo.

Hoy, inmersos en la Sociedad de la Información, el conocimiento se hace obsoleto o cuestionable en un período muy breve de tiempo. Lo que hoy es verdad, mañana, como mínimo, se cuestiona; actualmente se considera que la mejor forma de aprender y de trabajar es en grupo; además, cada persona puede cambiar de trabajo en multitud de ocasiones a lo largo de su vida, necesitando una formación constante y flexible para no quedar fuera del mercado de trabajo; las propias empresas, para garantizar su competitividad y estar constantemente en la cresta de la ola, necesitan formar en cortos períodos de tiempo a sus amplias plantillas dispersas geográficamente

Estado del arte

El e-learning es la modalidad de educación a distancia donde tanto el profesor como el alumno hacen uso de medios electrónicos para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta modalidad es fácil confundirla con la educación digital, sin embargo el e-learning no es un entorno absolutamente digital, por lo que parece más adecuada la denominación de e-learning, aprendizaje electrónico, enseñanza electrónica o educación electrónica.

Así mismo, para expresar la evolución que ha sufrido antiguamente la denominada formación virtual, surge el blended learning, el cual consiste en mezclar o complementar la formación presencial con la formación a través de las TIC. Es la síntesis entre dos mundos que hasta hace pocos años parecían contradictorios. Es el humilde reconocimiento de que no se pueden desaprovechar todas las ventajas de las TIC para el proceso de formación y aprendizaje, pero también la aceptación de que la tecnología no suple al contacto cara a cara y el ordenador aún no supera al aula.

Así, con esta modalidad de aprendizaje se recupera el valor de la tutoría, del acompañamiento, de la interacción personalizada entre profesor y alumno pero sólo en aquellos aspectos necesarios y a través de las tecnologías.

El B-Learning tomado de Blended Learning, término inglés que se traduce como Formación Combinada o Aprendizaje Mixto significa también escenarios múltiples donde se combina actividades presenciales, sincrónicas y de e-learning (aprendizaje electrónico) como una modalidad integrada de aprendizaje. El mejor argumento de introducción es que las soluciones mixtas o blended suelen ser más potentes que el puro e-learning e incluso que la formación presencial”.

Carlos Pelegrín Director de Desarrollo y Formación de Telefónica de España afirma que La formación online, e-learning, deja paso a la formación mixta, blended learning, que se impone como una fórmula más potente en la que se deben analizar los costes, los proveedores y el desarrollo a medida.

Metodología

Al usar diferentes estrategias de enseñanza según el método, se puede llegar a alumnos con diferentes inteligencias de aprendizaje. Es decir, un alumno que aprenda con una estrategia experiencial (basada en vivencias) asimilará mejor una habilidad de comunicación, por ejemplo, si la pone en práctica, que si sólo lee o debate sobre ella o escucha a un formador en una sesión magistral. Cuantos más métodos se usen en una acción formativa, mayor número de estrategias de aprendizaje se cubren.

Así mismo, al usar una metodología multicanal, se pueden abarcar todos los objetivos de aprendizaje que se propongan, ya sean de conocimiento, actitudinal o aptitudinal. Cada tipo de objetivo precisa, en mayor o menor medida, una metodología propia.

El alumno debe ser la pieza clave en todo el proceso; pasa, con este tipo de metodología, a implicarse directamente en todo su proceso formativo. En el blended learning la información no está en el poder del formador sino en el entorno, en los propios contenidos así como en otros compañeros.

El alumno no es un mero asimilador de conceptos, es un partícipe de los mismos. El aprendizaje se va construyendo interactuando con otros participantes, así como con los distintos formadores que facilitan este proceso.

De esta manera, el aprendizaje va acompañado no solo de contenidos y materiales multimedia sino también del compromiso activo del que aprende, generando un proceso bidireccional, donde el profesor o formador utiliza sus capacidades comunicativas, sus conocimientos y sus técnicas didácticas utilizadas en el aula como una guía para encaminar al estudiante a la construcción de su propio aprendizaje.

Se tienen indicios que la dificultad de las matemáticas, en cualquier nivel, ha sido la comprensión de las diversas simbologías, mantener un pensamiento ordenado y

abstracto, y la dificultad de relacionar los diversos problemas presentados en un aula de clases directamente con problemas reales.

En un nivel licenciatura, con tiempos muy cortos para impartir un curso especializado en Ecuaciones Diferenciales, se tienen varios retos como docente, tales como cubrir la unidad de aprendizaje, lograr un aprendizaje significativo para el estudiante, y evaluar los contenidos con un nivel aceptable. Por otro lado, los retos para el estudiante son anotar correctamente lo que se tiene en el pizarrón, comprender la metodología abstracta de forma rápida antes de que el profesor borre el pizarrón, así como realizar los ejercicios de acuerdo a la forma como lo explica el profesor, para que cuando llegue la evaluación del curso se logre el rendimiento adecuado.

En este sentido se requería de una estrategia de aprendizaje que cumpliera con cada uno de los retos, por lo que la opción fue crear un ambiente de aprendizaje b-learning, en donde los principales objetos de aprendizaje son documentos PDF, utilizados como cuadernos de trabajo, videos introductorios para despertar el interés y la curiosidad del estudiante por conocer más. Así mismo se incluyen series de ejercicios con respuestas que le permite al estudiante fortalecer los conocimientos impartidos en el aula de clases.

Los materiales utilizados en Ecuaciones Diferenciales ayudan al alumno a comprender los temas y no en copiar bien lo que se tiene en el pizarrón, facilitando la comprensión de los contenidos y los alumnos realicen anotaciones de acuerdo a su propia concepción del tema.

Con esta forma de aprendizajes, se invita al alumno a desarrollar capacidades en planificación; flexibilidad para adaptarse a nuevos espacios educativos poco afines a los esquemas formativos tradicionales; capacidad de participación/integración en el grupo virtual que constituirán sus compañeros de estudio; competencias técnicas en el manejo y uso de las nuevas tecnologías, así como una actitud favorable hacia las mismas; disponibilidad de tiempo para la formación dentro o fuera del horario laboral según sea el caso.

Los formadores o tutores en b-learning, también requieren de adoptar y convencerse de este nuevo modelo de formación, a fin de que presente los contenidos de su área de conocimiento de forma clara, objetiva y detallada, con el fin de establecer una relación cordial con sus alumnos mediante el uso de un lenguaje escrito adecuado.

Resultados experimentales

En el sitio http://tedi.acatlan.unam.mx/b-learning_se alojan los materiales correspondientes al curso de Ecuaciones Diferenciales. Una de las actividades al finalizar el curso, por parte de los estudiantes, es contestar una breve encuesta para calificar y dar sus comentarios sobre la experiencia de haber trabajado con esta plataforma. A continuación se muestran algunas graficas que expresan la opinión de los alumnos.

La encuesta se realizó a 32 alumnos que cursaron la materia Ecuaciones Diferenciales I, en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, en la licenciatura de Matemáticas Aplicadas y Computación, durante el semestre 2016-I, comprendido entre Agosto de 2015 y Enero de 2016. Se realizaron al menos 25 preguntas, sin embargo solo se presentan las de mayor relevancia.

Iniciamos identificando al estudiante, lanzando la pregunta ¿Cuál es tu edad en años cumplidos?, y se obtuvo la edad promedio que resultó 21.25 años, debido a que se distinguen alumnos desde una edad de los 19 hasta los 35 años. Así mismo, el género de los estudiantes fue de 50% hombres y 50% mujeres.

Por otra parte, la velocidad para la consulta de los materiales, visualizar videos, subir tareas, entre otras actividades en el sitio, se vuelve crucial en el manejo de estos espacios de aprendizaje. La satisfacción del estudiante, como se aprecia en la Figura 1., es bueno, aunque siempre será un reto la mejora continua.

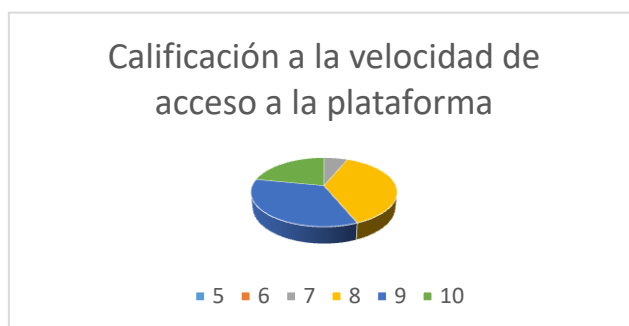


Figura 1. Velocidad de acceso al sitio

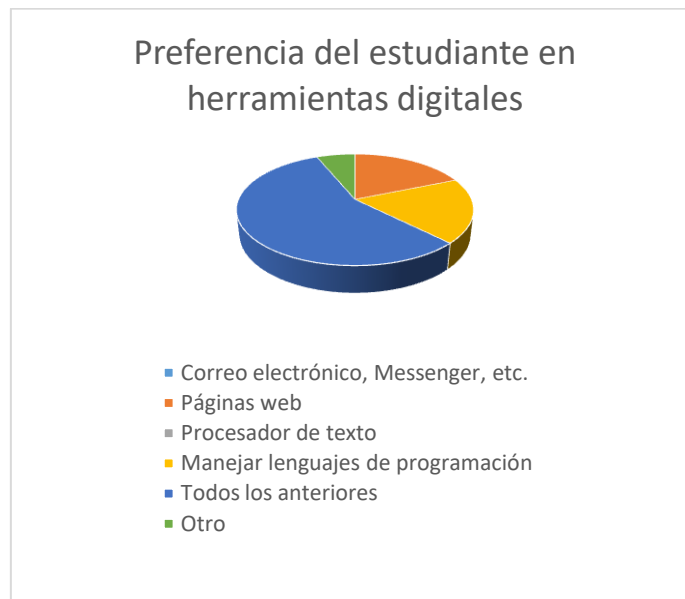


Figura 2. Preferencia del estudiante en herramientas digitales

Otro punto interesante, fue identificar la preferencia del estudiante en el uso de herramientas digitales, como correo electrónico, procesadores de textos, paginas web, lenguajes de programación entre otros. En donde se vuelve crucial la forma de comunicación dando el primer lugar de uso al correo electrónico, tal como se muestra en la Figura 2.

Otro hecho crucial que trae esta aportación, es la calificación desde un punto de vista del estudiante, a la documentación que se proporciona al estudiante para el uso de los materiales que se encuentran en el sitio que acompaña. Tales como objetivos generales, mapas de contenidos, instrucciones de la actividad, entre otros. A lo que los alumnos respondieron de acuerdo a la Figura 3.

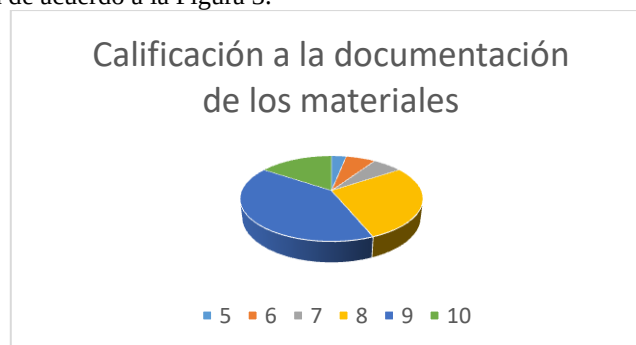


Figura 3. Calificación a la documentación de los materiales

En donde predomina una calificación satisfactoria, sin embargo este hecho también nos invita a la mejora continua.

La comunicación en este estilo de aprendizaje B-learning, como en muchos otros, lleva un gran peso para lograr las metas planteadas en este proyecto, por tal motivo se lanzó la pregunta ¿Cómo calificas la comunicación con el instructor?. En la Figura 4, se puede apreciar que se logra un resultado satisfactorio

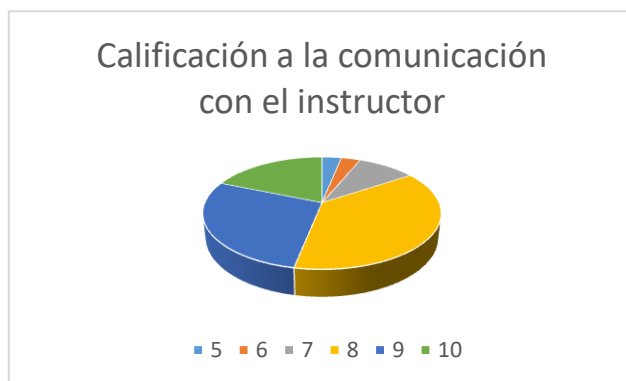


Figura 4. Calificación a la comunicación con el instructor

Conclusiones

Este tipo de ambientes de aprendizaje, permite reforzar los contenidos impartidos en el salón de clases, de tal forma que los alumnos pueden consultar los apuntes, desarrollar ejercicios, comprobar respuestas a través de software especializado o bien mediante las respuestas y desarrollos proporcionados por el profesor y que se encuentran disponibles en la plataforma.

En este sentido, este estilo de aprendizaje permite al alumno llevar un ritmo de aprendizaje, lo cual requiere de un compromiso mayor por parte del docente para mantener una comunicación frecuente y efectiva. Y también un mayor compromiso del estudiante para elaborar o desarrollar cada una de las actividades de reforzamiento a fin de que se logre un rendimiento académico integral.

Como docentes, no debemos limitar la comunicación académica solo a la palabra escrita o verbal, sino darnos la oportunidad del uso de otros medios de comunicación para generar nuevos aprendizajes, y acercarnos a nuestros estudiantes en la línea del conocimiento. Así mismo el uso de materiales multimedia ayuda a atraer la atención de los alumnos y a debatir sobre su contenido, lo cual enriquece los conocimientos del docente y por supuesto los conocimientos del alumno, quien los pondrá en práctica no solo en su ambiente profesional, sino en su vida personal.

Referencias

- López, N. Maestría en Educación, UNID, ¿Que es E-Learning?, Abril 2014
- Martínez, S. Apuntes de Tecnología de Comunicación y la Información, Maestría en Educación UNID, Agosto, 2010
- Proyecto PAPIME, Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM, <http://www.tedi.acatlan.unam.mx/b-learning>, octubre 2016.
- Martínez, S. Apuntes de Ecuaciones Diferenciales I, Agosto 2016

VI. Futuro de las TIC

Compartición de secretos con claves cuánticas

Salvador Contreras Hernández¹, Jesús Francisco Castillo Espinosa², América Ivet
Muñoz Galicia³

^{1,2,3}Universidad Politécnica del Valle de México, Av. Universidad Politécnica, esquina
con Río de la Plata, col. Villa Esmeralda, Tultitlan Estado de México, 59700. México.

salvador.contreras@gmail.com¹, jesuscastilloespinosa@gmail.com²,
america.i.munoz@gmail.com³

Resumen

La criptografía cuántica tiene características que la hacen atractiva para la confidencialidad de la información a través de la distribución de llaves secretas. En este artículo se utiliza el protocolo BB84 para generar una llave por cada uno de los participantes en un esquema de compartición de secretos, que en conjunto conforman una llave secreta. Solo el número de participantes definido en el umbral del método pueden juntar su parte de la llave para acceder a la información. Para la distribución de la llave para cada participante se emplea una llave cuántica, generada a través de una simulación de fotones polarizados. Para descifrar la información encriptada con solo una parte de las llaves de los sujetos involucrados, se utilizan curvas elípticas.

Palabras clave: criptografía cuántica, compartición de secretos.

1. Introducción

La computación cuántica se basa en las características de las partículas elementales, como se ha establecido en la mecánica cuántica. En esta ciencia se ha descubierto que cosas como la superposición y el entrelazamiento de las partículas son reales. Gracias a la superposición de estados, la computación cuántica trata con unidades de información mínima denominados *qubits*, en analogía con los bits de la teoría clásica de la información. Un *qubit* se define formalmente como $|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$ donde α y β son números complejos, que pueden en muchos casos ser tratados como reales. Un *qubit* es un elemento del espacio vectorial de dimensión 2. Los componentes $|0\rangle$ y $|1\rangle$ forman una base ortonormal para este espacio vectorial. Este espacio es llamado espacio de Hilbert, y permite definir un producto escalar de manera natural. El producto escalar de dos elementos del espacio de Hilbert, quedan definidos perfectamente por sus coordenadas. Cuando se mide un *qubit*, se obtienen los valores

de α y β como probabilidad $|\alpha|^2$ de que sea un 0, o bien, la probabilidad de $|\beta|^2$ de que sea 1, en otras palabras $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$.

Las propiedades de las partículas como los fotones, se pueden utilizar para la creación de claves criptográficas y la distribución segura de éstas [1]. El intercambio de información que se requiere entre emisor y receptor para la generación de las claves cuánticas, es seguro debido a que la observación de la secuencia de fotones por parte de un atacante produce cambios en dicha secuencia, lo que puede ser detectado [3].

2. Generación de llaves cuánticas

Para implementar un esquema de compartición de secretos entre n sujetos, se generan en primer lugar las claves secretas para cada uno. Se utiliza el protocolo BB84 [1] entre una autoridad central y todos los participantes. Después de la aplicación del algoritmo BB84 se garantiza que existe una llave secreta para establecer comunicación segura entre emisor y receptor, en este caso cada uno de los participantes y la autoridad central. Estas llaves secretas se emplean como un segmento de la llave secreta compartida.

El proceso de generación de llaves cuánticas pertenece al área de la criptografía cuántica [4] y se realiza a través de un sistema donde intervienen un número w de clientes y un participante especial que recibirá la secuencia de fotones de parte de estos clientes y contestará de acuerdo al protocolo BB84. Este participante también se encarga de procesar las peticiones que hacen los clientes para establecer comunicación. El protocolo BB84, implica que los clientes soliciten comunicación con el servidor para el intercambio de información con el que se generan las claves criptográficas. Este intercambio de información propicia la construcción de llaves entre ambos lados de la comunicación de manera segura. El cifrar la información con las llaves generadas se logra uniendo éstas para obtener una sola llave de 256 bits.

Para ilustrar cómo funciona el protocolo, consideremos dos partes de la comunicación, el emisor y el receptor, que por tradición en la literatura de criptografía, se nombrarán Alice y Bob. En primer lugar, Alice prepara el estado de los fotones en una base aleatoria, de entre dos bases posibles, donde una se denomina rectilínea que identificaremos con $+$ y otra circular, que representaremos con x . La primera puede tomar cualquiera de los valores horizontal — o vertical $|$ y la segunda los valores diagonal derecha — o diagonal izquierda $/$. Entonces Alicia envía la serie de fotones a Bob, a través de un canal cuántico. Posteriormente Bob recibe los fotones sin saber la base en la que están, mide las polarizaciones en una secuencia de bases aleatoria. Bob comunica a Alice de manera pública que bases utilizó. Por último, Alice le dice a Bob, de manera pública, que bases eligió Bob correctamente [5].

Se toman en cuenta únicamente los puntos donde la coincidencia es exacta entre las bases de ambos sujetos en la comunicación, de esta forma se define una serie aleatoria

de bits con una distribución de éstos totalmente segura que conformarán la clave para cifrar y descifrar información por medio del algoritmo clásico Rijndael.

Este proceso se realizó para cada sujeto participante en la compartición del secreto, con lo que se obtuvieron cinco claves cuánticas. Éstas se concatenaron para conformar una clave única de 256 bits que funcionó como llave secreta para el cifrado y descifrado de información con el algoritmo clásico mencionado.

Bases de Alice	+	x	+	x	+	x	+	X	x	+	+	+	x	x	+	+
Valores de Alice		/		\	—	/		/	\	—		—	\	/	—	
Bases de Bob	+	x	X	x	+	+	+	X	+	+	+	X	x	x	x	+
Valores de Bob		/	\	\	—			/	—	—		/	\	/	\	
Coincidencias	ok	o k		ok	ok		ok	O k		ok	ok		ok	ok		ok
Clave	1	0		1	0		1	0		0	1		1	0		1

Tabla 1. Intercambio de fotones polarizados

3. Generación de la clave secreta compartida

Para crear una clave compartida, se divide la clave secreta en n partes para ser distribuidas a cada uno de los participantes o bien a un número de estos que queda determinado por el umbral (w, t) , donde $t \leq w$. El valor de w representa el número total de partes y t es el número mínimo de partes que se necesitará para reconstruir la clave secreta.

Se elige al azar $t - 1$ coeficientes para un polinomio de grado $t - 1$. Para definir un polinomio de grado t , se requieren a lo más $t - 1$ puntos.

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_{t-1}x^{t-1}$$

El término independiente de los polinomios son los secretos para cada uno de los sujetos que intervienen en el esquema de compartición de claves. Para un escenario de catorce participantes, se utilizan 32 bytes, de los cuales a cada sujeto le corresponden 2

bytes, lo que significa que los polinomios deben tener para este caso términos independientes de 2 bytes. Los cuatro bytes restantes de los 32 que componen la llave compuesta de claves cuánticas individuales se rellenan con una clave seleccionada por la autoridad central.

4. Cifrado de información

El principal motivo para la compartición de secretos en criptografía es garantizar esquemas de recuperación de claves y abordar el problema de la autorización de uso de clave [2]. La compartición de secretos asegura que la clave se pueda utilizar sólo cuando ciertos grupos de participantes autorizados estén presentes y de acuerdo, esto protege la clave de un mal uso de la seguridad de las copias de seguridad de las claves.

La información se cifra por la autoridad central, utilizando la llave secreta generada para todos los participantes utilizando el algoritmo BB84 que es el primero y más seguro protocolo cuántico de comunicación criptográfica de los que se conocen hasta hoy. Cada usuario tiene solo una parte de la llave, por lo que es necesario unir sus segmentos de la llave y poder descifrar la información [6].

Cada participante ahora tiene una llave que es una llave parcial para el secreto compartido. Ningún participante puede acceder a la información secreta con su llave, ya que se requiere $t - 1$ partes de ésta, es decir, contar con la llave completa, que se compone de las llaves de los participantes.

La llave que se forma con todas y cada una de las creadas por los usuarios, se utilizan para la encriptación del secreto mediante el algoritmo Rijndael, uno de los algoritmos clásicos más populares y empleados en criptografía simétrica. El algoritmo cuántico BB84 basa su funcionamiento en la creación de una caja negra que no cuenta con la presencia de un observador y que define sus resultados de manera probabilística dentro de un ambiente “puro”, mientras que Rijndael basa su funcionamiento y fortaleza en su particular notación y en la complejidad matemática. Por ejemplo, dos tipos de indexación; subíndices para denotar bytes y superíndices para enumerar objetos, conjuntos o iteraciones. También incluye en su funcionamiento temas como campos finitos, definiendo conceptos como grupos, anillos y campos, espacios vectoriales, polinomios sobre un campo y operaciones sobre polinomios.

La llave compuesta por la totalidad de claves de los participantes puede ser utilizada para el cifrado, que realiza la autoridad central. Para descifrar la información, se requiere que un número mínimo de participantes aporten sus claves, es decir, es posible descifrar la información encriptada tomando únicamente una parte de la llave secreta.

5. Descifrado de la información

La información se descifra utilizando únicamente un número t de claves, donde t es el valor que se definió al utilizar el cifrado con el método de polinomios de Shamir.

Para comprobar que el descifrado funciona correctamente se utilizó la aplicación con el algoritmo Rijndael, que emplea la técnica de llave secreta, pero ya no con la llave original, sino con la llave conformada por las claves de los t participantes.

$$h(x) = \sum_{s=1}^t k_{is} \prod_{j=1}^t \frac{x - x_{ij}}{x_{is} - x_{ij}} \mod p$$

Para un polinomio $p = a_{t-1} + a_{t-2}x^{t-2} + \dots + a_1x^1 + a_0$

El secreto a compartir es la llave construida por todas las llaves cuánticas obtenidas con el protocolo BB84, que para simplificar el ejemplo se tomarán únicamente los cuatro dígitos 1357. La llave se divide en cinco partes, de tal manera que cualquier subconjunto de tres es suficiente para reconstruirla información secreta.

En el umbral de Shamir la elección de los valores k y n determina la fortaleza del sistema, de tal forma que si $k = n$ se requerirá la concurrencia de todos los participantes para reconstruir el secreto. Si se eligen al azar $(k - 1)$ coeficientes $a_1, \dots, a_{k-1}$ donde $a_0 = S$, se construye el polinomio $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_{k-1}x^{k-1}$.

Se calculan cualesquiera n puntos, teniendo $(i, f(i))$. Utilizando interpolación se calculan los coeficientes del polinomio y despejando a_0 se obtiene el secreto

reconstruido. Por ejemplo, considérese los siguientes valores para las variables del problema:

$$S = 1357$$

$$n = 5$$

$$k = 3$$

$$a_1 = 124$$

$$a_2 = 90$$

Entonces, el polinomio es $f(x) = 1357 + 124x + 90x^2$ y se calculan los puntos $(i, f(i))$, donde i es cada participante, por lo tanto tenemos que:

$$f(1) = 1357 + 124(1) + 90(1)^2 = 1571; \text{resultado } (1, 1571)$$

$$f(2) = 1357 + 124(2) + 90(2)^2 = 1965; \text{resultado } (2, 1965)$$

$$f(3) = 1357 + 124(3) + 90(3)^2 = 2539; \text{resultado } (3, 2539)$$

$$f(4) = 1357 + 124(4) + 90(4)^2 = 3293; \text{resultado } (4, 3293)$$

$$f(5) = 1357 + 124(5) + 90(5)^2 = 4227; \text{resultado } (5, 4227)$$

Para reconstruir el secreto bastará con 3 puntos, si elegimos los puntos 1, 3 y 5.

$$(x_0, y_0) = (1, 1571)$$

$$(x_1, y_1) = (3, 2539)$$

$$(x_2, y_2) = (5, 4227)$$

Sustituyendo valores en la interpolación polinómica de Lagrange, obtenemos los siguientes resultados:

$$\begin{aligned}\ell_0 &= \frac{x-x_1}{x_0-x_1} \cdot \frac{x-x_2}{x_0-x_2} = \frac{x-3}{1-3} \cdot \frac{x-5}{1-5} = \frac{x-3}{-2} \cdot \frac{x-5}{-4} = \frac{x^2-8x+15}{8} \\ &= \frac{1}{8}x^2 - x + \frac{15}{8}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\ell_1 &= \frac{x-x_0}{x_1-x_0} \cdot \frac{x-x_2}{x_1-x_2} = \frac{x-1}{3-1} \cdot \frac{x-5}{3-5} = \frac{x-1}{2} \cdot \frac{x-5}{-2} = \frac{x^2-6x+5}{-4} \\ &= -\frac{1}{4}x^2 + \frac{3}{2}x - \frac{5}{4}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\ell_2 &= \frac{x-x_0}{x_2-x_0} \cdot \frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{x-1}{5-1} \cdot \frac{x-3}{5-3} = \frac{x-1}{4} \cdot \frac{x-3}{2} = \frac{x^2-4x+3}{8} \\ &= \frac{1}{8}x^2 - \frac{1}{2}x + \frac{3}{8}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f(x) &= \sum_0^2 y_j \cdot \ell_j(x) = \\ &= 1571 \left(\frac{1}{8}x^2 - x + \frac{15}{8} \right) + 2539 \left(-\frac{1}{4}x^2 + \frac{3}{2}x - \frac{5}{4} \right) + 4227 \left(\frac{1}{8}x^2 - \frac{1}{2}x + \frac{3}{8} \right) = \\ &= \frac{1571}{8}x^2 - 1571x + \frac{23565}{8} - \frac{2539}{4}x^2 + \frac{7617}{2}x - \frac{12695}{4} + \frac{4227}{8}x^2 - \frac{4227}{2}x \\ &\quad + \frac{12681}{8} = \\ &= 90x^2 + 124x + 1357.\end{aligned}$$

El término independiente del polinomio representa la información original, es decir la clave compuesta por las llaves cuánticas obtenidas con el intercambio de fotones en el algoritmo BB84.

6. Conclusiones

En este trabajo se comprobó que es posible la generación de llaves para el cifrado de información con un algoritmo clásico a partir de llaves cuánticas. Además se utilizan las llaves generadas a partir del protocolo BB84, con w participantes, para determinar un número mínimo de claves necesarias para el descifrado de la información. Esto sirvió para implementar la compartición de secretos pero con llaves cuánticas.

La ventaja de utilizar este método es la seguridad proporcionada por la distribución de llaves basada en un proceso cuántico de generación de éstas.

El algoritmo Rijndael se utiliza para comprobar la compartición de secretos al utilizar las llaves cuánticas en la construcción de una llave nueva de 256 bits. Se aplicó el método de Shamir de curvas elípticas para comprobar que se puede recuperar la información cifrada con un número t de llaves.

7. Trabajos futuros

Este trabajo se puede comprobar utilizando un medio físico como la fibra óptica y aparatos para la medición de la polarización de los fotones. De esta forma la distribución de llaves se realizaría de forma absolutamente segura por las propiedades de las partículas elementales, en este caso los fotones. El cifrado de información se realizaría de igual forma que en el presente artículo, a través de un algoritmo clásico como Rijndael o AES. La aplicación de los resultados de este trabajo se enfoca claramente en la confidencialidad de la información, particularmente en el problema de la distribución de claves, el cual es un punto fundamental en la criptografía. La distribución de claves debe ser segura porque en caso de vulnerabilidad, toda la seguridad de información se verá comprometida.

Referencias

- [1] C. H. Bennett and G. Brassard. Quantum cryptography: Public key distribution and coin tossing. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computers, Systems and Signal Processing, pages 175-179, New York, 1984.

- [2] Guo-Ping Guo, Guang-Can Guo, Quantum secret sharing without entanglement, Physics Letters A, Volume 310, Issue 4, 21 April 2003.
- [3] Naik, R. L., Reddy, P. C., & Kumar, U. S. Provably Secure Quantum Key Distribution Protocols in 802.11 Wireless Networks, 2011.
- [4] Mittal, S., & Robila, S. Quantum Cryptography. Department of Computer Science, Project report, Montclair State University, New Jersey, 2008.
- [5] Scholz, M. Quantum Key Distribution via BB84 An Advanced Lab Experiment. University of California, 2007.
- [6] Yongmin Li, Kuanshou Zhang, Kunchi Peng, Multiparty secret sharing of quantum information based on entanglement swapping, Physics Letters A, Volume 324, Issues 5–6, 26 April 2004.

Aplicación de lógica difusa para el control de los rezagos de producción en el inventario de un aserradero

Claudia Isania Avendaño Meléndez, Edmundo Bonilla Huerta y José Federico Ramírez Cruz¹

¹ Tecnológico Nacional de México- Campus Ciudad de Apizaco, Carretera Apizaco-Tzompantepec esq. Con Av. Instituto Tecnológico s/n, Apizaco, Tlaxcala, 90300. ciam_81@hotmail.com, edbonn@hotmail.com y federico_ramirez@yahoo.com.mx

Resumen. En este artículo se propone un control de lógica difusa para identificar la capacidad de atención de pedidos, el rezago de desechos y de productos para un aserradero, utilizando los criterios del conocimiento, experiencia, calidad, manufactura y tratamiento de la madera. En este artículo se presenta una propuesta de software para el control de inventarios, lo que conlleva a realizar un énfasis en el control de los productos rezagados.

Palabras clave: Inventario, rezago, lógica difusa, aserradero, sector forestal.

1 Introducción

Considerando que el inventario es uno de los activos de mayor importancia en una empresa, tanto en su forma física como en los registros y que los administradores se encuentran en situación de desventaja por la falta de manejo y control de los mismos; conduciendo a la empresa a enfrentarse a situaciones de problemática en la toma de decisiones para una expansión.

Analizando los sistemas de control de inventarios que existen en el mercado, se observó que gran parte de la industria ligera y de servicios cuenta con un software que le proporciona una ayuda sistemática e integral para el manejo del activo con mayor relevancia en su empresa; sin embargo para la industria forestal en el Estado de Tlaxcala no ha sido cubierta esta necesidad, por lo cual como una primera etapa se propone un software para el control de sus inventarios. Dentro del análisis de información se detectó que existen mermas y fugas económicas por la falta de control en el manejo adecuado de los productos que no tienen circulación constante en sus ventas. Lo anterior provoca el rezago de los productos de embalaje industrial como lo son: tarimas, duelas, polines y rejillas mismos que se ve afectados en su calidad y eficiencia.

Con referencia a lo anterior, es de gran importancia el establecer un criterio de políticas de inventarios más estrictas y apegadas a la realidad, lo que conlleva a realizar una

correcta administración de los inventarios y para este caso se usara el método de análisis ABC. Esta técnica consiste en realizar una clasificación en tres clases con base en su volumen anual en dinero, en donde se aplica el principio de Pareto que establece que hay “pocos artículos cruciales y muchos triviales” [1]. Sin embargo a pesar de contar con esta clasificación hay características que no son consideradas al momento de realizar dicha clasificación, por lo tanto para este caso se propone utilizar la lógica difusa con el objetivo de tomar parámetros que son emitidos por la experiencia y conocimiento humano y que por su naturaleza son difíciles de cuantificar y lograr el modelamiento del conocimiento en la experiencia del negocio con el método “ABC” y además considerar más criterios, para obtener una mejor precisión en las decisiones [2].

Todo esto con la integración de diferentes metodologías como son: el lenguaje unificado de modelado (UML) para el desarrollo de modelos mediante una notación gráfica [3], para el desarrollo de software bajo la arquitectura SCRUM [4] , de igual forma para la identificación de las causas y efectos que existen por medio de la diagramación de ISHIKAWA [5] y por ultimo pero no menos importante la aplicación de las practicas disciplinadas para la gestión del tiempo y mayor productividad que ofrece PROCESS DASHBOARD [6], que al ser integradas ofrecen el desarrollo de un sistema capaz de ofrecer soluciones a la problemática detectada.

1.1 Problemática

La aplicación de la tecnología informática para la industria forestal ha sido mínima en cuanto al control administrativo de un aserradero, por lo que se identifican varios aspectos que generan una problemática para el buen funcionamiento de la empresa en los cuales podemos enlistar los siguientes:

1. Falta de control en los inventarios.
2. Productos rezagados.
3. Retraso en la generación de documentación de una venta.
4. Errores en las órdenes de venta.
5. Producción detenida por falta de materia prima
6. Retrasos en la producción.
7. Productos realizados con premura.
8. Atraso en los pagos por parte de los clientes.

2 Revisión de la literatura

En la actualidad el uso de la Tecnología informática en la sistematización de los procesos administrativos ha sido de gran relevancia en las empresas, pero para el caso de la industria forestal ha tenido poco impacto en el desarrollo de software, a continuación se mencionan dos opciones específicas para la industria forestal:

En el trabajo publicado por Morales y Pérez, presentan un sistema que permite el control de inventarios y facilite el manejo de información en las industrias de aserrío. Presentan un software denominado: “Control de Inventarios con tecnología informática Aplicada”(CINTIA), el cual permite almacenar y organizar información de inventarios de trocería, producción de madera aserrada, madera aserrada en proceso de secado, y la venta de madera aserrada, con la opción de generar reportes de cada uno de los controles. Dicho software utiliza el compilador C++ Builder 5.0 de la compañía Borland, mediante los lenguajes de programación C++ y el lenguaje SQL (Structured Query Language), dando como resultado un sistema capaz de adaptarse a una industria de aserrío de cualquier tamaño. Sin embargo dicho software no ha sido implementado dentro del Estado de Tlaxcala. [7].

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), a través del proyecto "Biodiversidad en bosques de producción y mercados certificados" diseña y pone en operación un software especialmente para las empresas forestales comunitarias, llamado Sistema de Control Contable, Financiero y de Producción, que busca impulsar la productividad y competitividad. Dicho sistema permitirá tener un control adecuado de los costos de producción, volumen de producción de madera en rollo y madera aserrada, de igual forma les brindará las herramientas para aumentar la transparencia en la rendición de cuentas; lo que fortalecerá sus capacidades administrativas y de toma de decisiones. No obstante el software será distribuido a las empresas forestales comunitarias a nivel nacional, por lo tanto las empresas privadas no podrán tener acceso a dicho sistema. [8].

3 Metodología propuesta para el control de inventarios

Derivado de la problemática existente en los aserraderos del Estado de Tlaxcala, y una vez realizada la investigación sobre el funcionamiento y los procesos que se realizan dentro de las empresas del sector forestal, se ha determinado el uso de 5 metodologías las cuales se detallan a continuación:

3.1 Metodología UML

Proceso para desarrollar modelos abstractos de un sistema, mediante una notación gráfica, identificar los requerimientos y la interacción entre el sistema y los actores del sistema (ver Fig. 1).

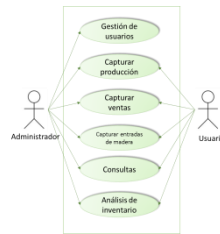


Fig. 1. Diagrama de casos de uso del sistema.

3.2 Metodología SCRUM

Se plantea un bosquejo, donde se establecen los objetivos generales del proyecto y el diseño de la arquitectura de software, Prosigue con una serie de ciclos sprint, y cada uno de ellos desarrolla un incremento del sistema, Cierre del proyecto, documentación del sistema (ver Fig. 2).



Fig. 2. Representación de la metodología SCRUM.

3.3 Metodología ISHIKAWA

Representación gráfica que muestra la relación causal e hipotética de factores diversos que contribuyen a un efecto o problema determinado (ver Fig. 3).

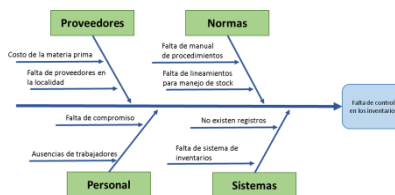


Fig. 3. Diagrama Ishikawa por la falta de control de inventarios.

3.4 Metodología PROCESS DASHBOARD

Apoyo en la simplificación de la recolección de datos y el soporte automático para analizarlos, para disminuir la sobrecarga de trabajo necesaria para utilizar el método PSP (ver Fig. 4).

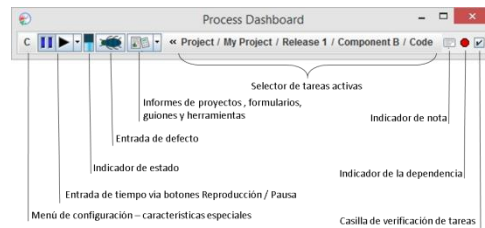


Fig. 4. Interfaz de Process Dashboard.

3.5 Metodología basada en Lógica Difusa

Es un sistema de razonamiento y cálculo en la que los objetos de razonamiento y el cálculo son clases con límites poco definidos. Para dicho sistema es todo, o se le permite ser, una cuestión de pertenencia en grados [9]. La lógica difusa ha sido un trampolín para muchas direcciones de proyectos, la cual ha sido aplicada en un sentido amplio, incluyendo esta propuesta. (ver Fig. 5).

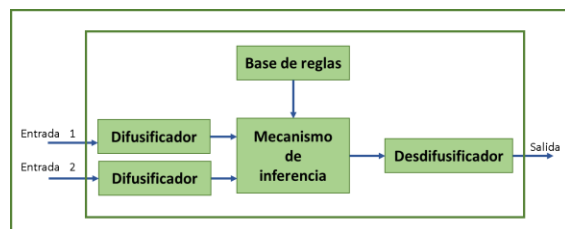


Fig. 5. Diagrama de controlador difuso [10].

4 Propuesta de solución

Implementar un Software, para el control de sus inventarios aplicando las metodologías antes mencionadas para identificar los procesos que mejoren la eficiencia de la empresa, como lo son: incrementar la productividad, sistematizar los procesos, permitir el flujo más eficiente de la información, favorecer el enfoque en los procesos más importantes para la organización, usar el software que permita a la empresa una

expansión, hacer frente a las demandas, contar con información confiable y en tiempo para la toma de decisiones inteligentes.

La primera etapa que se propone es el desarrollo del software para el control de inventarios, mediante el uso de una base de datos, estableciendo tablas y las relaciones entre las entidades [11] como se presenta a continuación (ver Fig. 6):

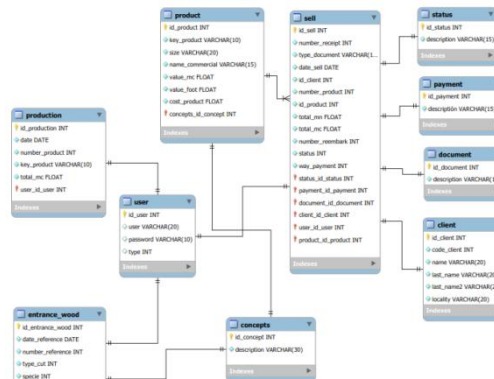


Fig. 6. Diagrama entidad-relación de la base de datos.

Una vez establecida la base de datos, donde se registrara toda la información generada por la empresa, se procede a diseñar las propuestas de las ventanas para la interfaz ejecutable del usuario.

Es preciso aclarar que por la naturaleza de algunos inventarios, es obvio el considerar una mayor amplitud en los criterios que describan la importancia de un producto no solo en su valor cuantificable y de carácter económico, sino más bien descritas en modos más coloquiales al describir el rezago de un producto, como por ejemplo: “poco rezago”, “regular rezago” y “alto rezago”. Tomando en cuenta que dichas variables son proporcionadas en lenguaje natural y no corresponden a un valor duro numérico [12]. Por consiguiente se propone la creación de los modelos difusos como se presentan a continuación:

En una primera fase se identifican 3 modelos de inferencia que son: capacidad de atención, rezago de desechos y rezago de producción.

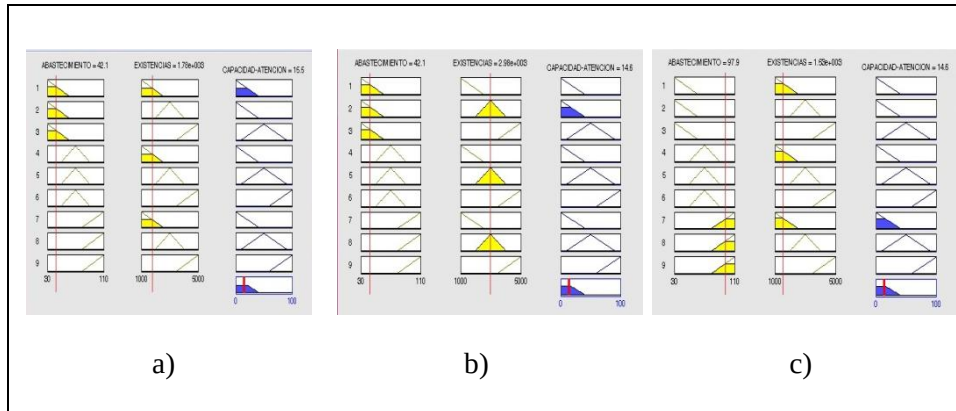


Fig. 7. Modelo de inferencia propuesto para el rezago de inventarios con diferentes capacidades de atención.

Se inicia con el reconocimiento de la capacidad de atención que tiene la empresa hacia las solicitudes del cliente, analizando tres reglas significativas, la primera es que si el abastecimiento de madera en rollo es poco y las existencias de productos es mínima, entonces la capacidad de atención es baja, es una regla usual derivando un 15.5% siendo un valor muy bajo y por consecuencia el aserradero no podría surtir los pedidos de los clientes (ver Fig. 7a). Una segunda regla considerada en este análisis es con el mismo abastecimiento pero una variante de existencias regular, donde se considera que si el abastecimiento es mínimo, las existencias podrían ser vendidas o entregadas de forma inmediata por lo tanto el aserradero ofrece una capacidad de atención del 14.6% teniendo un riesgo de disminuir en gran medida la capacidad de atención (ver Fig. 7b). La tercera regla, si el abastecimiento es mucho y las existencias mínimas, la capacidad de atención sería de un porcentaje igual de 14.6% esto debido a que a pesar de contar con el abastecimiento máximo, el número de personal es el mismo y la producción no aumentaría (ver Fig. 7c).

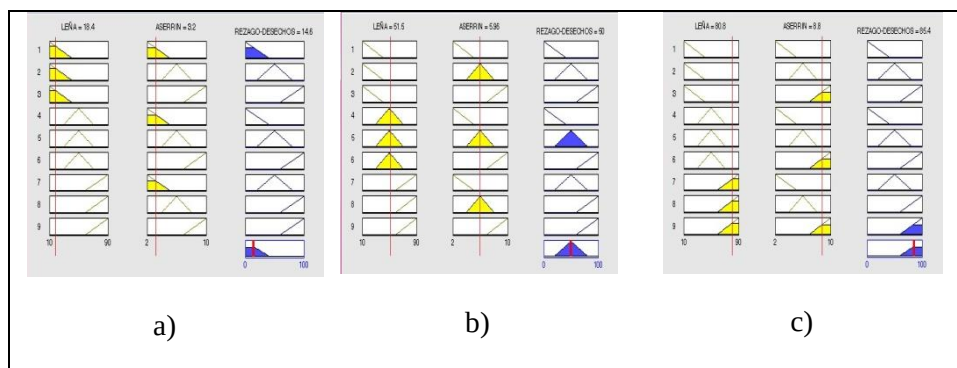


Fig. 8. Modelo de inferencia propuesto para el rezago de inventarios con diferentes niveles de rezago-desechos.

Continuando con el segundo modelo de inferencia se refiere al rezago de desechos, considerando las variables “leña y aserrín”, siendo que para un aserradero el rezago elevado de aserrín es una causa que puede afectar el flujo de producción, no así de la leña; de igual forma se analizaran tres reglas relevantes. La primera regla establece que si leña es poca y aserrín mínimo entonces el rezago de desechos es poco, obteniendo un 14.6% que no afectaría la producción dentro del aserradero (ver Fig. 8a). La segunda regla se establece si leña es regular y aserrín medio entonces el rezago de desechos es regular, para este caso podemos observar que tenemos un rezago de desechos del 50% y no afecta al flujo de la producción (ver Fig. 8b). Para el análisis de nuestra tercer regla observamos que leña y aserrín tienen valores elevados, obteniendo un elevado porcentaje en los rezagos de desechos el cual representaría una problemática en el área patios, almacén y producción dentro del aserradero (ver Fig. 8c).

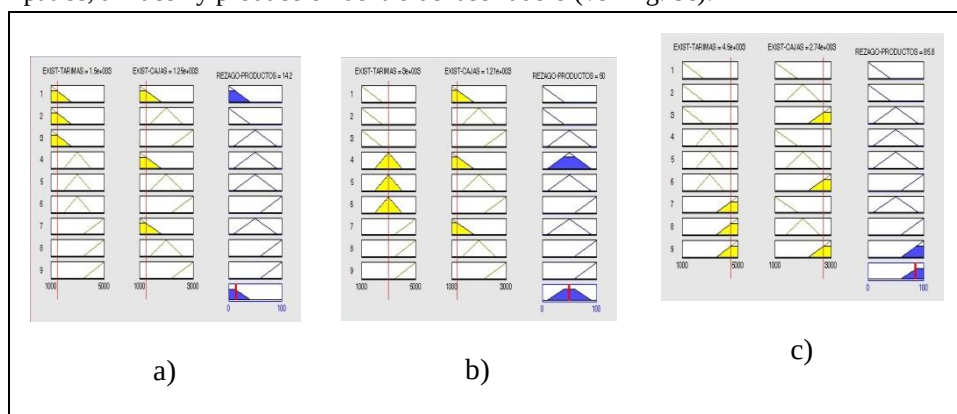


Fig. 9. Modelo de inferencia propuesto para el rezago de inventarios con diferentes niveles de rezago-producción.

El último modelo representa un rezago en los productos, donde se evalúan las variables: existencias de tarimas y cajas, estableciendo que por la naturaleza de la materia prima que es propensa a mancharse, proliferación de hongos y exceso de resequedad, no es conveniente mantener los productos por largo tiempo en espera de la compra, definiendo la primer regla: si existencias de tarimas y cajas son pocas entonces el rezago de productos es poco, dicha evaluación nos da como resultado un 14.2% en donde el aserradero no tendría problemática con dichos volúmenes de existencias (ver Fig. 9a). La segunda regla es si las existencias de tarimas es regular y las existencias de cajas son pocas entonces nuestro rezago es regular, debido a que las tarimas requieren procesos diferentes de producción para cumplir con los estándares de calidad solicitados por cada empresa esta regla nos indica que no es viable el tener demasiada producción de este producto en el aserradero, no así para las cajas (ver Fig. 9b). La última regla se identifica que si las existencias de tarimas y cajas son elevadas entonces tenemos un rezago de productos alto, obteniendo un 85.8% siendo un porcentaje elevado en el rezago de producción y el aserradero tendría que aplicar un resguardo especial hasta el momento de venta para evitar que las tarimas se vean afectadas en su calidad (ver Fig. 9c).

5 Conclusiones

En este artículo se propone la creación de un software para el control de inventarios, brindando al aserradero un sistema amigable que le permita hacer de forma fácil y eficiente la captura de la información tanto de las entradas de madera en rollo, la producción y las ventas generadas al día, de esta forma mantener la Base de Datos actualizada, aportando un primer beneficio donde se evitara que la información sea registrada en libretas o cualquier otra forma de registro manual. De igual manera en dicho sistema se agregara un módulo de lógica difusa el cual dará un segundo beneficio, mostrando los indicadores que reflejen la situación actual en cuanto a la capacidad de atención, rezago de desechos y de productos del aserradero. Dentro del desarrollo del sistema se utilizan las diferentes metodologías desde la forma de utilizar una notación grafica de las necesidades de la empresa con los diagramas UML, agregar módulos en el sistema utilizando SCRUM, ambos partiendo de una identificación de las posibles causas que generaron el problema detectado con la ideología de ISHIKAWA, el uso de la herramienta Dashboard PSP para verificar el cumplimiento de todas las etapas del desarrollo del software y con el aprovechamiento del personal con experiencia en el aserradero mediante la Lógica Difusa, siento esta la parte medular del sistema. Un beneficio adicional es que podría ser implementado en los demás aserraderos dedicados a la producción de embalajes industriales. Para trabajos futuros se analizaran los registros existentes de órdenes de compra, con el objetivo de incorporar un módulo que sea capaz de aportar predicciones para una

planificación de los requerimientos de material y mano de obra [13], de igual forma los indicadores aportados en la primera versión del software serán comparados con la aplicación “Toolbox para conjuntos difusos de tipo 1 y 2” [14], lo cual nos permitirá tener los marcos de referencia para incorporar más modelos de inferencia y aportar más indicadores para la toma de decisiones en un aserradero.

Referencias

- [1] Jay Heizer y Barry Render. Principios de Administración de Operaciones. Pearson Educación. Séptima edición, 2009.
- [2] F Çebi, C. Kahraman and B. Bolat. A Multiattribute ABC Classification Model Using Fuzzy AHP. Computers and Industrial Engineering (CIE), 2010 40th International Conference, p.25-28, 2010.
- [3] Joseph Schmuller. Aprendiendo UML en 24 horas. Prentice Hall. 2001.
- [4] Ian Sommerville. Ingeniería del software. Pearson Educación. 9na Edición. 2011.
- [5] Timo O.A. Lehtinen, Mika V. Mäntylä, Juha Itkonen, Jari Vanhanen. Diagrams or structural lists in software project retrospectives – An experimental comparison. The Journal of Systems and Software 103, 17-35. 2015.
- [6] Ivan Mistrik, Rami Bahsoon, Peter Eeles, Roshanak Roshandel and Michael Stal. Relating System Quality and Software Architecture. Morgan Kaufmann. 2014.
- [7] Pedro Morales Luís y Eduardo Fabián Pérez García. Sistema informático para el control de inventarios en industrias de aserrío. Universidad de Chapingo. 2008.
- [8] www.conafor.gob.mx
- [9] Lotfi A. Zadeh. Fuzzy logic – a personal perspective. Fuzzy Sets and Systems 281, 4-20. 2015.
- [10] A. Sanjeevi Gandhi, T. Kannadasan and R. Suresh. Gasification for Practical Applications. 2012.
- [11] MySQL Workbench Reference Manual. Commercial editions 6.3.
- [12] F. Herrera, E. Herrera-Viedma. Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. Elsevier Science B:V., Fuzzy Sets and Systems 115, pg 67-82. 2000.
- [13] M. D. Arango Serna, C. Vergara Rodríguez y H. Gaviria Montoya. Modelización difusa para la planificación agregada de la producción en ambientes de incertidumbre. Dyna; Vol. 77, núm. 162, 397-409. 2010.
- [14] Ponce Flores Sergio Carlos. Modelado y construcción de un toolbox de diseño de sistemas difusos tipo 1 y tipo 2. Tesis. Septiembre 2016.

MARKETPLACE COMO ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA COMERCIALIZAR ARTESANIAS TABASQUEÑAS

Lic. Lilí Cruz Romero¹, Dr. Pablo Payró Campos² y Dr. Marbella Araceli Gómez³

¹Universidad Juárez Autónoma – División Académica de Informática y Sistemas.

Carretera Cunduacán-Jalpa KM.1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco., México
lilycr16@hotmail.com, (+52) 938 164 6993.

²Universidad Juárez Autónoma – División Académica de Informática y Sistemas.

Carretera Cunduacán-Jalpa KM.1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco., México
pablo.payro@ujat.mx, (+52) 993 179 9547.

³Universidad Juárez Autónoma – División Académica de Informática y Sistemas.

Carretera Cunduacán-Jalpa KM.1 Col. La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco., México
marbella.gomez@ujat.mx, (+52) 993 160 8659

Resumen. El eminente avance tecnológico genera que consumidores y empresas sean cada vez más dependiente de la tecnología para realizar sus actividades comerciales. Los diversos sectores económicos experimenten cambios significativos en el proceso de comercialización que demandan la integración de estrategias tecnológicas. Las pequeñas y medianas empresas requieren habilidades para desarrollar nuevas herramientas estratégicas para mercados integrados y exigentes [1]. El sector artesanal no es ajeno a estas exigencias también requiere de estrategias competitivas e innovadoras para fortalecer el mercado local, regional e internacional. Por ello la presente investigación plantea realizar un diagnóstico de la situación actual del sector económico artesanal del estado de Tabasco para diseñar la propuesta de creación de un e-marketplace que permita comercializar la producción artesanal de los tabasqueños inscritos en el Padrón Nacional de Artesanos, con la finalidad promover y difundir la cultura artesanal y generar oportunidades para impulsar éste sector.

Palabras claves: Estrategias tecnológicas, Comercialización, Comercio electrónico, Marketplace, B2B.

1 Introducción

Desde la Edad Antigua, el hombre ha necesitado del comercio para la supervivencia. En las antiguas civilizaciones la comercialización se realizaba mediante el trueque,

posteriormente aparece la moneda. En la actualidad han surgido nuevas formas de comercializar productos, como es el uso del dinero electrónico. Lo que ha generado un cambio en el proceso de comercializar el producto y servicios utilizando las bondades del internet. El comercio electrónico es la innovación del comercio tradicional, que ha facilitado el crecimiento económico de la sociedad. Esta actividad de compra y venta de productos o servicio utilizando el internet, permitió que los primeros usuarios comenzaran a navegar en la web con la intención de localizar bienes y servicios. En este contexto, los avances de la tecnología de información han cambiado la cara del comercio negocio a negocio (B2B) y comercio negocio a consumidor final (B2C), permitiendo el surgimiento de los marketplaces, también denominados mercados electrónicos [2]. Los cuales se describen como espacios virtuales donde empresas han optado por realizar operaciones de compra y venta, según Janita y Miranda [3]. Es así, que ante la apertura de las economías nacionales e internacionales en el contexto macroeconómico, las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMes) tienen la necesidad de modernizarse tecnológicamente. Las MiPyMes constituyen un factor importante del sistema económico, tanto por su contribución al empleo como por su aportación al Producto Interno Bruto (PIB). En México, estas empresas generan el 52% del PIB y contribuyen con el 72% de los empleos formales según datos de la Secretaría de Economía citado por Pineda *et al.*, [4]. México es un país con diversidad de cultura y etnia, esta actividad se elabora en los conceptos de alfarería y cerámica, cantería y lapidaria, cerería, fibras vegetales, hueso y cuerno, instrumentos musicales, joyería, juguetería, madera, maque y laca, metalistería, miniatura, mobiliario, papelería y cartonería, plástica popular, talabartería, textil y vidrio se encuentra presente en cada rincón del país, como se muestra en la figura 1.



Fig. 7. Presencia artesanal a nivel nacional distribuida por número promedio de localidades [5].

El desarrollo de la actividad artesanal está constituido, en su mayoría, por artesanos indígenas. Según datos de la revista del economista, en México existen 12 millones de artesanos en todo el territorio que se dedican a la producción de artesanías, no obstante, solo 600 000 mil comercializan su a través del instituciones gubernamentales como es caso del Fondo Nacional para el Fomento de Artesanías

(FONART) [6]. Tan solo en el Estado de Tabasco existen aproximadamente 800 artesanos tabasqueños que elaboran productos en fibras de vegetales, talabartería, hueso y cuerno, alfarería, textiles y madera, estas reconocidos a nivel nacional e internacional, este número incrementa gradualmente, toda vez, que el artesano solicita su registro al Padrón Nacional de Artesanos (PADRONART) ante el Instituto para el Fomento de las Artesanías de Tabasco (IFAT) [7]. La población de artesanos tabasqueños ha disminuido, como resultado de la crisis económica, la falta de interés de la juventud de preservar la cultura y la poca o nula difusión de lo que representa el sector económico de la artesanía. Así como, la falta de conocimiento para incorporar nuevas estrategias de comercialización que permitan la difusión local, nacional e internacional, manteniendo a los artesanos trabajando de forma individual sin acceso a beneficios de crecimiento económico sustentable [8]. Según Turok, citado por Girón [9] en México aproximadamente sólo el 5% del total de los artesanos han innovado logrando el éxito en esa actividad; no obstante sólo el 65% de ellos emplean sistemas rudimentarios sobreviviendo del oficio, el otro 30% está en el punto medio. Los artesanos poseen estrategias tradicionales de comercialización como es la colocación de los productos en ferias, exposiciones, corredores artesanales, el taller donde se elabora o incluso en los propios hogares del artesano, limitando la adquisición del producto de manera presencial. Ante la dificultad de localizar lugares estratégicos donde turista nacionales e internacionales que visitan el estado de Tabasco, estos se ven obligados a visitar las localidades donde se elabora el producto o asistir a los eventos culturales y sociales donde se presentan los artesanos. Esto genera que la transacción de adquisición se realice únicamente al momento de la visita y de forma directa.

Es por ello que nos planteamos la siguiente pregunta: ¿Es posible que la creación de una plataforma de mercado electrónico o marketplace como estrategia tecnológica para el sector artesanal, impulse la oferta y demanda de productos artesanales de estado de Tabasco?

2 Panorama reducido del estado de arte relacionado con la problemática afrontada

Las pequeñas y medianas empresas requieren habilidad para desarrollar nuevas herramientas estratégicas en mercados integrados y cada vez más exigentes por lo tanto el sector artesanal no debe quedarse rezagado [1]. Escorsa y Valls [10] mencionan que la empresa innovadora es la que cambia, evoluciona, hace cosas nuevas y ofrece nuevos productos y procesos, que la innovación rompe con las formas establecidas de hacer las cosas.

2.1 Estrategia empresarial y tecnológica

En el campo de la gestión empresarial, el concepto de estrategia ocupa un lugar fundamental, en áreas funcionales tales como finanzas, ventas, producción o personal. La estrategia empresarial consiste en la elección de las estrategias para fortalecer cada uno de las áreas funcionales, tras el análisis y la competencia del entorno futuro, de las áreas donde actuará la empresa. Por ello suele utilizarse el análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenaza (FODA), que permite identificar internamente las Debilidades y Fortalezas de la empresa así como las Amenazas y Oportunidades que ofrece el mercado en el que se desarrolla la actividad [11]. El uso estratégico de la tecnología ha sido la clave del éxito. El uso estratégico de la tecnología ha sido la clave del éxito y un arma poderosa para ganar y mantener la ventaja competitiva sobre los competidores, por ello no debe quedar situada en los niveles inferiores de decisión sino que debe integrarse en la estrategia de negocios de la empresa [10].

La incorporación de Tecnologías de Información (TI) en los procesos de negocios permite a las empresas administrar distintas variables al mismo tiempo y controlar las actividades de manera oportuna. Algunas de las ventajas de integrar TI en los procesos de negocios, son: ahorro de tiempos y costos, conectar con facilidad redes de clientes y proveedores y facilitar la toma de decisiones complejas cuando hay múltiples opciones disponibles. La búsqueda de las ventajas competitivas se manifiesta en las perspectivas del pensamiento económico y de mercado. Para Jaramillo *et al.*, [12], el mercado tradicional era que los productores o campesinos podían vender sus productos realizando intercambio con otros proveedores.

2.2 El comercio

El comercio se entiende como el intercambio de productos o servicios por una determinada cantidad de dinero, en la cual se requiere la actuación de los actores; el comprador y vendedor. Se denomina comercio a la actividad socioeconómica consistente en la compra y venta de bienes, sea para su uso, para su venta o para su transformación. Es el cambio o transacción de algo a cambio de otra cosa de igual valor. Para Ballesteros [13], el comercio es aquella actividad económica basada en los intercambios de bienes, capitales y servicios que lleva a cabo un determinado país, regulado por normas internacionales. Ante el surgimiento de la WWW (Word Wide Web), el desarrollo de herramientas tecnológicas y el avance de la telecomunicación, permitió crear nuevas formas intercambiar productos o servicios. Dando lugar a un nuevo concepto, el comercio electrónico. El comercio electrónico es en esencia lo mismo que el comercio tradicional, pero sin la necesidad de la presencia física del comprador y vendedor en el momento de la transacción, dado que esta se realiza por medios electrónicos. Dentro de este proceso se incluye e-marketing y compras electrónicas. El comercio electrónico se distingue por beneficiar tanto a quienes compran como a quienes venden. Para Seone [14], el comercio electrónico o e-commerce es una operación comercial en la que la transacción se realiza mediante un sistema informático conectado a un sistema de comunicación electrónica, permitiendo el contacto entre un comprador y vendedor. De acuerdo a la naturaleza de los participantes que intervienen en la transacción, se identifican diversos tipos de comercio electrónico, tales como menciona Kloter y Armstrong [2]:

- a) Comercio de negocio a negocio (B2B). Esta relación comercial se da entre empresas. Tanto los clientes como los proveedores del producto o servicio son empresas.
- b) Comercio de negocio a consumidor final (B2C). Hace referencia a las transacciones realizadas entre empresa y el cliente final de forma directa.
- c) Comercio de negocio a empleado (B2E). Se enfoca a la relación comercial entre la misma empresa y sus colaboradores a través de una plataforma interna.
- d) Comercio entre consumidores finales (C2C). Las transacciones que se realizan en este tipo de comercio es entre consumidores. Personas que exponen sus propios productos, generalmente de segunda mano.
- e) Comercio entre Gobierno y consumidor. Donde el Gobierno municipal, estatal o federal permite que los ciudadanos (consumidor) realicen sus trámites en línea a través de un portal.

2.2.1 e-Marketplace o mercados electrónicos

Tradicionalmente un “mercado”, es una ubicación física donde se reúnen compradores y vendedores para adquirir productos y servicios. Los economistas describen el mercado como el grupo de compradores y vendedores que realizan transacciones sobre una clase de productos [15]. Con el desarrollo tecnológico y uso del comercio electrónico, el mercado pasó a ser global rompiendo los esquemas de tiempos y fronteras, haciendo posible reunir un ilimitado número de vendedores y compradores en un solo sitio virtual donde las actividades comerciales se ejecuten de manera rápida y cómoda. Estos sitios denominados mercados electrónicos o marketplaces. Rocamora [16] menciona que un marketplace es una tienda de tiendas. Los marketplaces se caracterizan por ser plataformas que ponen en contacto a compradores y vendedores, los cuales se relacionan entre sí para efectuar una transacción comercial. Son el punto de encuentro para facilitar la oferta y demanda, donde la plataforma aporta la solución tecnológica para poder llevar a cabo la compra-venta [17]. Es decir, es una web de e-Commerce que suministra espacio a otros vendedores para mostrar sus productos. Sitios como Amazon, Ebay o Rakuten que han cobrado importancia a la hora de comprar en internet, dado que proporcionan confianza y distintas opciones para adquirir cualquier tipo de productos, son un ejemplo de marketplace. Algunas de las características distintivas de los mercados electrónicos con los mercados físico es la agilidad, flexibilidad y comodidad para realizar las actividades comerciales, permiten establecer alianzas entre varias empresas, generan valor para el comprador y el vendedor a la hora de cerrar una compra, facilitan la negociación, disponen de la logística necesaria, ofrecen de atención al cliente, ofrecen disponibilidad de servicios de publicidad efectivos y validación financiera de las transacciones. Las ventajas de utilizar mercado electrónico son: disminución de los precios de compra, disminución de los costes de los procesos de compra, reduce el coste de compra al eliminar intermediarios, amplía el número de proveedores potenciales, disminuye el tiempo para la adquisición de unos servicios o producto, mejora la gestión de stocks y provee información en tiempo real sobre el estado del proceso de compra y logístico. Pero asimismo un mercado electrónico presenta desventajas ante su implementación como son: los vendedores perciben mayor competitividad, no se perciben claramente el

retorno de la inversión, el proceso de compra se hace complejo integrando compras, logística, producción y ventas y se presentan problemas en la rentabilidad de los mercados electrónicos públicos.

San Miguel [18] menciona una clasificación de mercados electrónicos en función al término de B2B por sector objetivo; cuyo mercado se dirige a un sector específico en una región específica, tipo de promotor; el cual se gestiona a operar en un sector público, privado o de consorcio donde se dirigen a gran cantidades de compradores y vendedores y por último el mercado de orientación, mercados gestionados por una empresa que no actúa ni como comprador ni como vendedor y por un número limitado de empresa que cooperaran para mejorar sus condiciones de venta y compras.

2.3 El comercio electrónico en México

En los últimos años el comercio electrónico ha impulsado la economía del país, basados en los estudios realizados en el 2015 por la Asociación Mexicana de Internet, A.C (AMIPCI), la evolución del comercio electrónico ha incrementado progresivamente como se puede ver en la figura 2.

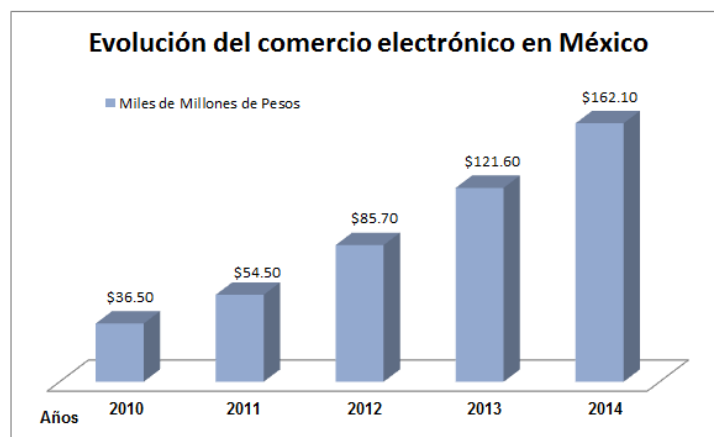


Fig. 2. Evolución del comercio electrónico [19].

Esta evolución se debe a la innovación de modelos de negocios que las empresas de los diversos sectores económicos han incursionado en el ambiente de comercializar productos o servicios a través de la telecomunicaciones. Según este estudio tres cuartas partes de los internautas realizaron una compra online durante el primer trimestre de 2015. Este crecimiento está influenciado por el uso constante de dispositivos móviles (Tablet y Smartphone) conectados a internet que facilitan el acceso a la información. De los resultados aplicados en la encuesta online de comScore a una población de 1,

243 personas dio como resultado que el 93% realiza una compra desde su PC/laptop, el 84 % lo hace mediante su Smartphone y el 57% utiliza una Tablet.

2.4 El sector artesanal en México

Los artesanos son artistas que con su creatividad y capacidad mantienen un factor de unión cultural con sus comunidades al crear productos que los identifiquen. Los artesanos representan un papel importante en la sociedad, pues son agentes económicos y el sustento de miles de familias, aportando saberes y tradiciones con la cual mantiene viva la cultura de cada rincón de México. Los artesanos mexicanos se han valido de los recursos naturales de su región para crear sus diseños, que en la actualidad son exportados a diversas partes del mundo [20]. El origen de las artesanías mexicanas proviene de las zonas rurales, gracias a que los artesanos se han valido de los recursos naturales de su región, como el barro, madera, textiles, talavera, cobre, entre otros para crear sus diseños. El 28 de mayo de 1974 la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) creó el Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART) con el propósito de promover la actividad artesanal en el país y contribuir al sustento sostenible de las familias de las y los artesanos, con el fin de mejorar la calidad de vida del artesano [21]. El sector económico artesanal se conforma mayormente por MiPyMes del sector terciario [4]. La artesanía tiene buena aceptación por parte del público siempre y cuando, esta es capaz de llegar a él. Las MiPyMes del sector artesanal tienen modelos de negocios tradicionalista que radican en la venta minorista y mayorista de productos utilizando medios de comercialización tradicional como son: los mercados, tianguis, corredores artesanales, expo-ferias, fiestas patronales, incluso se puede encontrar personas en la calles vendiendo sus productos. Algunos recibiendo el apoyo de organismos estatales o nacionales. Tal es el caso de los artesanos Guanajuato, donde se elaboran productos de piel como chamarras, carteras, zapatos, bolsos, sombreros de palma, papel, plástico y fieltro en pequeñas fábricas con mano de obra calificada, para posteriormente venderlos en tiendas de exhibición y venta en calles principales de la ciudad al menudeo o mayoreo. Los artesanos de Atzompa, Oaxaca, trabajando en sus hogares elaborando artículos de barro rojo y loza vidriada, utilizando canales de comercialización local y nacional y mediante instituciones gubernamentales, asimismo participan en ferias y concursos dentro y fuera del estado [22].

El sector artesanal representa un aporte económico, social y cultural para el estado de Tabasco. En Tabasco, la actividad artesanal es apoyada por el IFAT, institución que organiza eventos sociales donde el artesano puede exhibir sus productos y el consumidor conocer la variedad de productos que los artesanos tabasqueños elaboran. Estas estrategias tradicionales aunque permiten comercializar el producto se limitan a llegar a la mayoría de la sociedad inmersa en el mundo tecnológico. Hoy día, las personas utilizan los medios de comunicación electrónicos para realiza compras online, lo que genera una oportunidad para el sector de artesanías utilizar herramientas tecnológicas. Con base en el análisis que ofrece la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del INEGI estimada al cuarto trimestre de 2015, la población ocupada económica activa en Tabasco era de 914, 237 personas lo representa que 12% de la población pertenecen al sector primario, 21% al sector secundario y el 67 % al sector

terciario, como se muestra en la tabla 1. Para el primer trimestre de 2016 esta población activa disminuyó a 183, 370 personas, como se muestra en la tabla 2, distribuida por estatus ocupacional.

SECTOR	TOTAL 914,237	HOMBRES 579,814	MUJERES 334,792
Primario	111,762	105,245	6,517
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca	111,762	105,245	6,517
Secundario	190,252	164,293	25,959
Industria extractiva y de la electricidad	32,945	27,28	5,665
Industria manufacturera	59,91	40,969	18,941
Construcción	97,397	96,044	1,353
Terciario	612,332	310,276	302,056
Comercio	195,755	97,696	98,059
Restaurantes y servicios de alojamiento	75,082	27,849	47,233
Transportes, comunicaciones, correo y almacenamiento	42,636	39,116	352
Servicios profesionales, financieros y corporativos	43,754	30,883	12,871
Servicios sociales	74,028	27,654	46,374
Servicios diversos	123,831	47,622	76,209
Gobierno y organismos internacionales	57,246	39,456	1,779
No especificado	1,891	1,631	260

Tabla 1. Población ocupada de Tabasco durante el cuarto trimestre del 2015 distribuida por sector económico y sexo [23].

Población 15 Años y más	2014	2015	2016 (1er. Trimestre)
Ocupada	180,388	181,956	183, 370
Desocupada	10,078	11,922	12,614
Total	190,467	193,877	195,984

Tabla 2. Población ocupada en Tabasco durante el periodo 2014 al primer trimestre de 2016 distribuida por estatus ocupacional [23]

Tomando como referencia que el sector de la artesanía en México representa más que un valor cultural y social, es un aporte económico sustentable para miles de hogares mexicanos. Las MiPyMes artesanales son un medio de desarrollo para grupos rurales en México, como afirma en su investigación [4]. El avance tecnológico ha permitido el surgimiento de proyectos innovadores para comercializar los productos de diversas etnias, como es el caso de “nierika.com” donde la expresión cultural de los indígenas Wixarikas, conocidos en la actualidad como huicholes, quienes habitan al Oeste de México en la Sierra Madre Occidental de los Estados de Jalisco, Nayarit, Durango y Zacatecas, se difunde el trabajo artesanal de gran colorido y calidad y tener la posibilidad de vender sus productos [24]. Por su parte la UIEM y el FONART presentaron el proyecto “Observatorio Nacional de la Artesanía Mexicana”, donde se busca tener una base de datos confiable donde académicos, artesanos, organismos

gubernamentales y público en general, tengan a su alcance el padrón nacional de artesanos, estadísticas sobre esta actividad y ubicación geográfica, con la finalidad de analizar y formular proyecciones para la solución de problemas relacionados con la distribución y comercialización de productos, así como el aumento del consumo, e identificación de rutas turístico-artesanales [25]. Si bien es cierto, que existen institutos gubernamentales que han impulsado el fomento de artesanías, es importante que este sector se reconozca como una actividad económica sustentable.

3 Metodología

En contexto, Sampieri *et al.*, [26] en su obra Metodología de la investigación sostienen que todo estudio de investigación se sustenta en dos enfoques: cualitativo y cuantitativo, los cuales de manera conjunta forman un tercer enfoque “enfoque mixto”. Los investigadores Vega *et al.*, [27] señalan que la investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas. Por otra parte, Taylor y Bogdan, citados por Blasco y Pérez [28] se refirieren a la metodología cualitativa como un modo de encarar el mundo empírico, señalan que en su más amplio sentido es la investigación que produce datos descriptivos: las palabras de las personas, habladas o escritas y la conducta observable. Desde la perspectiva de Galeano [29] el enfoque cuantitativo refiere un estudio que trabaja fundamentalmente con el número, el dato cuantificable, con la intención en buscar la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias.

En cuyo caso la investigación considerada, iniciará como explorativa, con el propósito de examinar e indagar los modelos de negocios de comercialización que los artesanos tabasqueños utilizan para colocar su producto en el mercado y conocer las herramientas existentes en el mercado para crear o diseñar mercados electrónicos. Con base al objetivo de proponer la creación de un marketplace para comercializar artesanías tabasqueñas la investigación se enmarcará en un estudio descriptivo, bajo un enfoque cualitativo. Desde el enfoque cualitativo del estudio de investigación se utilizarán las fuentes primarias para conocer el entorno del sector económico artesanal en México y particularmente del Estado de Tabasco y las fuentes secundarias para dar el soporte y sustento a la investigación. Partiendo de la perspectiva de indagación cualitativa, se utilizarán la técnica de entrevista y encuesta para profundizar en la situación social, cultural y económica del sector artesanal de Estado de Tabasco, así como determinar los tipos de productos y los parámetros necesarios para efectuar de manera confiable la comercialización. La población de estudio se realizará con base a los artesanos de los municipios de Nacajuca, Jalpa de Méndez y Tacotalpa del Estado de Tabasco. Tomando como muestra los artesanos inscritos en el padrón de artesanos del IFAT.

La utilización de la herramienta será bajo el enfoque de e-Marketplace dado que permitirá recrear un mercado en una realidad virtual, dinámico y competitivo para el sector de las artesanías tabasqueñas. Manteniendo la oferta y la demanda de los productos del artesano y creando un entorno confiable donde el artesano tabasqueño se diferencie por la elaboración de sus productos.

4 Resultados

Los resultados esperados del estudio son plantear una estrategia tecnológica basada en el concepto de B2B de mercado electrónico acorde a las necesidades detectadas en la entrevista y encuesta aplicada al sector artesanal del Estado de Tabasco. De tal manera que permita la oportunidad de ofrecer a los artesanos una nueva estrategia de negocio que posibilite la utilización de infraestructura y servicios tecnológicos a su alcance, de tal manera que resulte más rápido la rotación de sus inventarios sin necesidad de arriesgarse a desarrollar y poner en marcha un ecommerce individual. Asimismo, que la propuesta del marketplace para el sector artesanal promueva el desarrollo económico de la MiPyMes artesanales del Estado de Tabasco de tal forma que se obtenga una posición competitiva ante otros sectores económicos en el Estado.

5 Conclusiones y trabajos futuros de la investigación

Si bien en cierto que la métodos tradicionales de comercializar un producto o servicio no dejaran de ser funcionales, el desarrollo de las tecnologías de información y las redes de comunicación están dando la oportunidad de aumentar la competitividad entre las micro, pequeñas y medianas empresas, al permitir crear comunidades virtuales colaborativas donde vendedores y compradores puedan reunirse para efectuar transaccion comerciales comodas, rapidas y seguras rompiendo las barreras del tiempo y espacio. Sin duda un mercado electrónico o marketplace ofrece atractivos beneficios a las MiPyMes del sector artesanal, dentro de los cuales se destacaría: expandir el mercado local a internacional, aumentar la cartera de clientes, facilitar el uso de la tecnología, crear alianzas estratégicas y facilitar la rotación del inventario. Pero cabe mencionar que es importante la participación de los órganos de gobierno del FONART e IFAT, dado que son considerados como el órgano dirigente y responsable del crecimiento sustentable del sector de la artesanía para colaborar en la promoción del uso de la tecnología de información entre los artesanos para que adopte una actitud decidida por un cambio tecnológico en sus procesos de compra, arriesgándose a utilizar nuevos canales de comercialización que posibiliten el fortalecimiento de la cadena de valor de las MiPyMes.

Referencias

- [1]M. L. D. Hernández, J. D. L. P. H. Girón, y A. T. López. Competitividad y ambiente en sectores fragmentados. El caso de la artesanía en México. Cuadernos de Administración, 17(27), pp. 127-15, Redalyc, 2004.
- [2] P. Kotler y G. Armstrong, *Fundamentos de Marketing*. Prentice Hall, 2003.
- [3] M. S. Janita, y F. J. Miranda.e-Mercados: un nuevo modelo de negocio electrónico. El caso del sector de la construcción. Universia Business Review, (42), pp.111-125, Dialnet, 2014.
- [4] V. H. Ramírez, D. P. Domínguez, M. A. A. Vallejo. Las mipymes artesanales como un medio de desarrollo para los grupos rurales en México. Universidad & Empresa, 13(21), pp. 65-92, Redalyc, 2011.

- [5] Observatorio Artesanal de las Artesanías Mexicanas. Estadísticas de Artesanos a nivel nacional. Recuperado Junio, 20, 2016 de <http://observatoriodelasartesaniasmexicanas.mx/Estadisticas.aspx>, 2016.
- [6] A. Romero. La producción de artesanías no es rentable en México. Recuperado Agosto, 9, 2016 de <http://eleconomista.com.mx/estados/2014/04/10/produccion-artesanias-no-rentable-mexico>, 2014.
- [7] Coordinación General de Comunicaciones Social y Relaciones Públicas. Recuperado Junio 13, 2016 de <http://comunicacionsocial.tabasco.gob.mx/content/aument%C3%B3-17-por-ciento-padr%C3%B3n-de-artesanos-tabasque%C3%B1os-ifat>, 2015.
- [8] Secretaria de Desarrollo Económico y Turismo del Gobierno del Estado de Tabasco. *Programa Sectorial de Desarrollo Económico*. Taller Gráficos. 2014
- [9] J. D. L. P. H. Girón, León, M., y, M. L. D. Hernández. Factores de éxito en los negocios de artesanía en México. *Estudios Gerenciales*, 23(104), pp77-99, Redalyc, 2007.
- [10] C. Escorsa P y P.J Valls, *Tecnología e innovación en la empresa*. Edicions UPC, 2003.
- [11] J. Tarzijan, *Fundamentos de estrategia empresarial*. Ediciones UC, 2009.
- [12] P.R. Jaramillo, M.G. Monroy y A. R. Villamizar, *El comercio de distribución masiva*. Grupo editorial Norma. 2005.
- [13] R.A. Ballesteros, *Comercio exterior: teoría y práctica*. Universidad de Murcia, (2005).
- [14] B. E. Seoane, *La nueva era del comercio: el comercio electrónico*. Editorial Ideas propias, 2005.
- [15] P. Kotler y K.N. Keller, *Fundamentos de Marketing*. Prentice Hall, 2013.
- [16] J. Rocamora. Marketplace: 5 ventajas y 5 inconvenientes para los eCommerce. Recuperado Junio 6, 2016 de <http://marketing4ecommerce.net/marketplace-5-ventajas-5-inconvenientes-para-ecommerce>, 2015.
- [17] Q. Audrain. ¿Qué son los MarketPlaces y cómo sacar el máximo partido de ellos? Recuperado Junio 6, 2016 de <https://www.prestashop.com/blog/es/que-son-los-marketplaces-y-como-sacar-el-maximo-partido-de-ellos/>, 2013.
- [18] A. L. San Miguel, Los mercados electrónicos: un nuevo canal para la internacionalización de la empresa. *Información Comercial Española*, ICE (813), pp. 115-140. Revista de economía, 2004.
- [19] Asociación Mexicana de Internet. Estudio de comercio electrónico en México 2015. Recuperado Marzo, 10, 2016 de https://amipci.org.mx/estudios/comercio_electronico/-Estudio_de_Comercio_Electronico_AMIPCI_2015_version_publica.pdf
- [20] J.C. Jiménez, M.L. Domínguez y Martínez C.J. Estrategias y competitividad de los negocios de artesanía en México. *Pensamiento & Gestión*, (26), pp. 165-190, Redalyc, 2009.
- [21] Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanía. ¿Qué es Fonart?. Recuperado Junio 10, 2016 de <https://www.fonart.gob.mx/web/index.php/conoce-fonart/que-es-fonart>
- [22] J. D. L. P. H. Girón, M. L. D. Hernández, y A. O. R. Sánchez (2015). Canales de distribución y competitividad en artesanías. *Espiral. Estudios sobre Estado y Sociedad*, 9(25), pp. 143-164, Redalyc, 2002.
- [23] Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía. Población ocupada por sector de actividad económica. INEGI, 2015.
- [24] Nierika. Arte popular mexicano. Recuperado Mayo, 31, 2016 de <http://www.nierika.com>
- [25] I. Velazco. Fonart y la UIEM presentan observatorio de artesanías mexicanas. Recuperado Mayo, 20, 2016 de <http://www.sexenio.com.mx/edomex/articulo.php?id=9794>
- [26] R.H Sampieri, C.F Collado y. P.B Lucio, *Metodología de la investigación*. Editorial Mc Graw Hill, 2010.
- [27] M. Vega, M. Ávila, A.J Vega, N. Camacho, A. Becerril y G.E. Leo (2014). Paradigmas en la investigación: Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15), pp.524-528, European Scientific Institute, 2014.
- [28] J. E. Blasco, y J. A. Pérez. *Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte: ampliando horizontes*. Editorial Club Universitario. 2007

- [29] M. E. Galeano, *Diseño de Proyectos en la investigación cualitativa*. Editorial Universidad. 2004

Los Hábitos de Uso de Internet de los Estudiantes Universitarios: Implicaciones en la Segunda Brecha Digital

Víctor Javier Torres Covarrubias ¹, Rubén Paúl Benítez Cortés ², María Francisca Yolanda Camacho González ³ and Perla Aguilar Navarrete ⁴

¹ Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Tepic, Nayarit, México.

javier@uan.edu.mx

² Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Tepic, Nayarit, México.

rpbencor@hotmail.com

³ Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Tepic, Nayarit, México.

yolanda.camacho@uan.edu.mx

⁴ Universidad Autónoma de Nayarit, Ciudad de la Cultura Amado Nervo S/N, Tepic, Nayarit, México.

paguilar@uan.edu.mx

Abstract. La carencia de políticas y restricciones de uso de los servicios y aplicaciones de Internet en algunas universidades públicas, así como la falta de planes de capacitación en el acceso y uso eficiente de estos recursos, ha propiciado hábitos de consumo que en un alto porcentaje se enfocan a la socialización, a la diversión, al intercambio comercial, los juegos entre otras actividades de ocio como principales hábitos de uso entre los estudiantes, y en menor grado, hacia la investigación y el aprendizaje, lo que ha influenciado el surgimiento de la segunda brecha digital. Este estudio se centra en el uso de los servicios de Internet por parte de los estudiantes y los excesos que afectan la distribución del ancho de banda en el campus de la Universidad Autónoma de Nayarit. Se presentan resultados a partir del análisis de tráfico de los servidores de la Red Universitaria de Cómputo en relación al consumo de ancho de banda por servicio.

Keywords: Internet, Hábitos de uso de Internet, Brecha Digital, Segunda Brecha Digital, Web 2.0. y 3.0.

1 Introducción

En el ámbito universitario, es importante indagar sobre los hábitos de consumo de servicios de Internet de los usuarios estudiantes, no solo por la importancia de la administración del ancho de banda con que cuenta la institución, sino también por el impacto que tiene en su formación profesional y como estos hábitos han influenciado el

crecimiento de la segunda brecha digital. El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque de tipo descriptivo, iniciando con una revisión de literatura sobre estudios similares para contar con un referente de comparación de los indicadores nacionales con los indicadores derivados del estudio local realizado en la Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), el cual se basa en un reporte de monitoreo interno (Network Monitor Report) de la Red Universitaria de Cómputo (RUC). Esta comparación está basada en el uso de los principales servicios que brinda la Internet y la Web 2.0, como son: principales redes sociales, mensajería, aplicaciones P2P (BitTorrent), video streaming, HTTP, entre otras. La investigación se enfoca en conocer los hábitos de uso de estos recursos por los estudiantes de la UAN y analizar cómo estos recursos son utilizados, teniendo como referencia con los indicadores encontrados en estudios nacionales realizados por la Asociación Mexicana de Internet (AMIPCI).

Este análisis se realizó a través de un estudio de monitoreo de tráfico de entrada (Inbound) y salida (Outbound) de los servicios dentro de la RUC, en el cual se evidenciaron indicadores importantes que permitieron conocer cómo los hábitos de uso de estos servicios de los estudiantes están teniendo influencia en el crecimiento de la segunda brecha digital. Al analizar los indicadores del estudio, se encontró que YouTube, seguido por Facebook, son las principales aplicaciones que consumen ancho de banda de entrada y que BitTorrent, HTTP, Facebook, YouTube y otras aplicaciones P2P son las principales aplicaciones de consumo de datos de salida, lo cual coincide de manera significativa con los estudios nacionales de referencia en los que las redes sociales como Facebook, seguida de YouTube, Twitter y Google+, son las aplicaciones más utilizadas.

2 Estado del Arte.

2.1 Hábitos de uso de los usuarios de Internet en México

En México más de la mitad de los mexicanos tienen acceso a Internet. De acuerdo con el 12° estudio sobre los hábitos de los usuarios de Internet en México 2016 realizado por AMIPCI [1], existen 65 millones de Internautas en país, de los cuales el 17% son hombres y mujeres de entre 18 y 24 años de edad; es decir, están en la edad promedio en la que realizan estudios universitarios. Este estudio indica que el internauta mexicano pasa en promedio 7 horas y 14 minutos conectado a Internet, lo que representa un incremento del 17% en relación al 2015. De estos, el 77% accede desde su Smartphone, el 69% lo hace desde sus laptop, el 50% lo hace desde su computadora de escritorio y el 45% accede desde una tableta electrónica.

El acceso a redes sociales es la principal actividad online, con un 79% de los usuarios, por encima de enviar-recibir e-mails, con un 70%. Así mismo, un 68% utiliza el acceso para enviar-recibir mensajes instantáneos, mientras que la búsqueda de información decreció un 14% en relación al 2015, con un 64% actualmente, y el 52% lo utiliza para ver películas y series por video streaming.

2.2 Brecha digital

La brecha digital es definida por Castaño [2], como la separación que existe entre las personas que utilizan las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como una parte rutinaria de su vida diaria, y aquellas que no tienen acceso a las mismas y que aunque cuenten con ellas no saben cómo utilizarlas. Es generacional, dado que no todos están capacitados para su utilización así como otros sujetos que se rehúsan a la llegada, al uso y a la aplicación de las Nuevas Tecnologías. Como explican San Juan Rivera y Bielma [3], en un estudio reciente de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la brecha digital es en la mayoría de los casos, la resultante de otras brechas preexistentes en la sociedad, las que al actuar sobre la introducción de las nuevas tecnologías, la consolidan.

Informes recientes sobre el uso de Internet en México como el publicado por AMIPCI [1], demuestran que la brecha digital se está superando con índices significativos. Sin embargo, también muestran que el uso principal de los usuarios sigue siendo las redes sociales y las actividades de ocio.

2.3 La segunda brecha digital.

Dada la posibilidad creciente de acceso a las TIC y su uso cotidiano, ha disminuido considerablemente la brecha digital, sin embargo; ha surgido la Segunda Brecha Digital, la cual según Castaño [2] examina no sólo la posibilidad de acceso, obstáculo relativamente fácil de salvar con las inversiones pertinentes, sino los usos y habilidades que, en relación con la tecnología, hacen de forma diferente hombres y mujeres. De acuerdo con este autor, esta segunda brecha digital está basada en el uso de las nuevas tecnologías e Internet, es más complicada que la primera que está basada exclusivamente en la necesidad de aumentar el número de usuarios de ordenadores y de accesos a Internet y también mucho más complicada de tratar. Esta segunda brecha es de interés de las universidades, dado que es imperante conocer los usos que los estudiantes y profesores dan a las tecnologías disponibles como la Internet, y sobre todo cuales de estos se orientan a generar conocimiento.

2.4 Web 2.0 y 3.0

De acuerdo con Torres [4], el término Web 2.0 está directamente asociado con el desarrollo de software social, además de ser un espacio compartido para la generación de conocimiento. Así mismo, para Méndez [5] la Web 2.0 es capaz de crear comunidades de aprendizaje, de innovación y creatividad, permite la formación de redes sociales, tanto personales como profesionales, locales o globales; además, con la utilización de herramientas de la Web2.0 se pueden crear de forma colaborativa conocimientos. En este sentido Rodríguez (2013) citado en Méndez [5] distingue las siguientes herramientas o aplicaciones:

- Blog. Aplicación para expresarse/crear y publicar/difundir.
- Podcast, YouTube, Flickr, SlideShare, Del.icio.us. Son herramientas para publicar o difundir y buscar información.
- RSS, XML, Atom, Bloglines, Google Reader, buscadores especializados. Permiten buscar o acceder a información de la que nos interesa estar siempre bien actualizados.

- BSCW, Ning, Second Life, Twitter, FaceBook, Hi5, que son herramientas que promueven las redes sociales.

En la actualidad existen cientos de herramientas de la Web 2.0 disponibles de manera gratuita para estudiantes y profesores; sin embargo, una gran cantidad de las mismas no es conocida o no es utilizada para enseñar, aprender o generar conocimiento.

Así mismo, a partir de la Web 2.0 ha surgido una nueva Web pensada en función de las demandas de los usuarios, la Web 3.0. De acuerdo con Küster y Hernández [6] la Web 3.0 marca los principios para crear una base de conocimiento e información semántica y cualitativa. Se pretende con ello, almacenar las preferencias de los usuarios (gustos, costumbres, conectividad, interactividad, usabilidad, etc.) y al mismo tiempo, combinándolas con los contenidos existentes en redes sociales e Internet móvil, entre otros, poder atender de forma más precisa las demandas de información y facilitar la accesibilidad a los contenidos digitales.

3 Metodología

La metodología utilizada en esta investigación se basó en un enfoque de tipo descriptivo, también llamadas de tipo diagnóstico. En este tipo de estudios según Dankhe [7] se busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, que para esta investigación, se orientan a las costumbres y actitudes de uso de los servicios de la Internet. Se inició con una revisión de literatura para conocer el estado del arte. Así mismo, para contar con un referente de comparación de los indicadores nacionales, se tomó como base el 12º estudio sobre los hábitos de los usuarios de Internet en México 2016 publicado por AMIPCI [1]. Posteriormente, se analizaron los indicadores generados en un monitoreo de tráfico interno (Network Monitor Report) de la red LAN y WAN (RUC) sobre los hábitos de uso de los servicios de Internet por parte de los estudiantes de la UAN en el mes de noviembre del 2015.

3.1 Participantes

En este estudio se utilizó un monitoreo de tráfico de servicios de Internet, el cual incluyó a los usuarios dentro el Campus de la Ciudad de la Cultura Amado Nervo, siendo un número aproximado de ($n=14000$) usuarios estudiantes de los servicios de la RUC de la UAN. El monitoreo se desarrolló durante una semana e incluye la acumulación de tráfico de entrada (Inbound) y de salida (Outbound) para los diferentes servicios de Internet.

3.2 Instrumentos

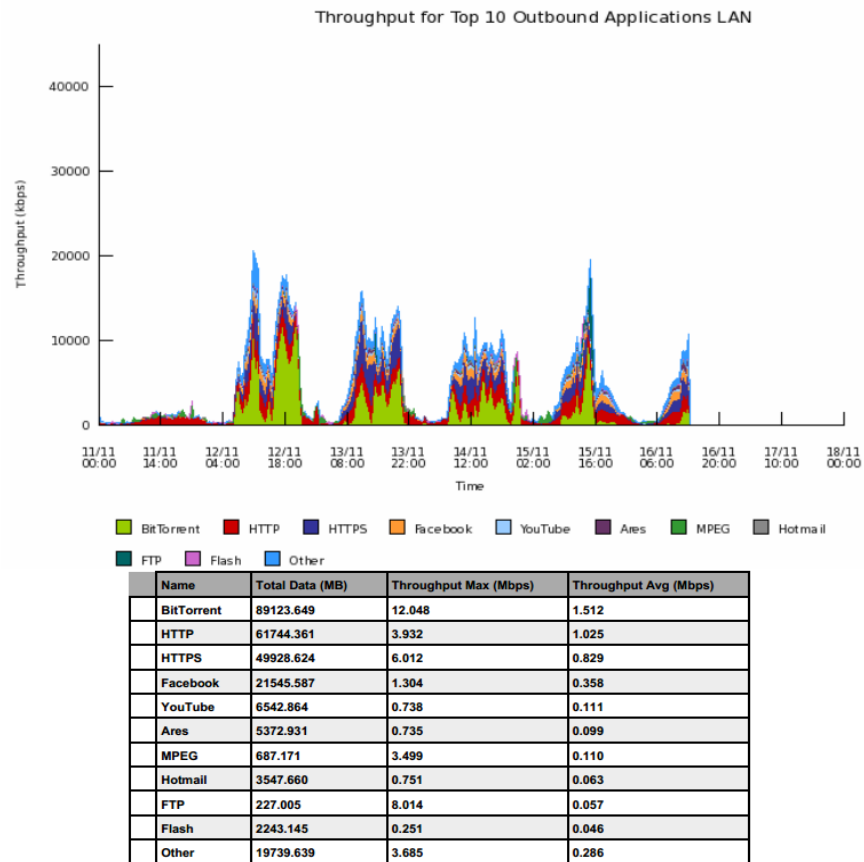
La recopilación de datos para esta investigación se realizó a través del análisis del Network Monitor Report de la UAN. Este monitoreo fue realizado para obtener indicadores de las principales aplicaciones usadas en la red del campus durante el periodo comprendido entre las 12:00 a.m. del día 9 de noviembre a las 12:00 a.m. del día 13 de noviembre del 2015. Una vez obtenidos los datos del estudio mencionado, se llevó a cabo una selección de indicadores para el análisis comparativo. El análisis de los datos se realizó a través de tablas y descripción de los indicadores encontrados a nivel nacional y local. Así mismo, se generaron gráficas de tráfico en las que se muestran las 10 aplicaciones de entrada y de salida más utilizadas; así como la categorización o grupos de aplicaciones que más tráfico generan en la RUC de la UAN.

4 Resultados

En esta sección se presentan los resultados obtenidos en esta investigación, cuyo propósito fue determinar los hábitos de consumo de servicios de Internet de los Estudiantes en la Universidad Autónoma de Nayarit y sus implicaciones en la segunda brecha digital. Los hallazgos se basan en los datos encontrados a través del instrumento utilizado. Se tomó como referencia para el análisis los resultados del estudio de Hábitos del Internauta Mexicano publicado por la AMIPCI en 2016, con una muestra de ($n=1720$) personas encuestadas, el cual muestra que los internautas mexicanos se conectan a Internet durante 7 horas y 14 minutos en promedio al día. El acceso a redes sociales es la principal actividad online, con un 79% de los usuarios, por encima de enviar-recibir e-mails, con un 70%. Así mismo, un 68% utiliza el acceso para enviar-recibir mensajes instantáneos, mientras que la búsqueda de información decreció un 14% en relación al 2015, con un 64% actualmente, y el 52% lo utiliza para ver películas y series por streaming.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados del estudio de monitoreo interno de tráfico de la RUC, el cual se realizó a través del Software Exinda Networks Monitor Reporter (v6.3.0.1662), en el periodo comprendido entre las 12:00 a.m. del día 9 de noviembre, a las 12:00 a.m. del día 13 de noviembre del 2015, se encontró que los servicios utilizados por los usuarios hasta el periodo evaluado en este estudio y que como puede observarse en la figura 1, consumen una gran cantidad de recursos de ancho de banda, son los servicios peer to peer (P2P) BitTorrent, seguidos por HTTP y HTTPS (navegación Web), seguidos por las redes sociales Facebook y Youtube.

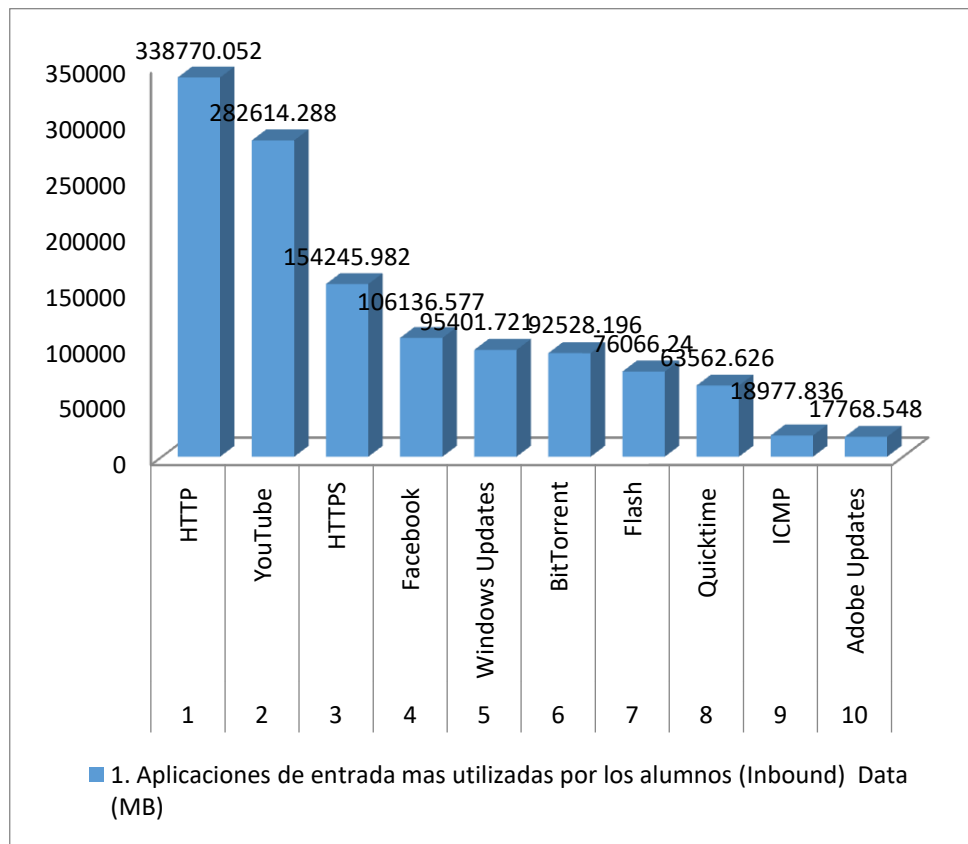
Fig. 1. Top 10 de aplicaciones de salida (Outbound) en la LAN



Fuente: UAN RUC. (2015). Network Monitor Report

Por otra parte, en la figura 2 encontramos los resultados del monitoreo, en los que se observan las aplicaciones más utilizadas por los alumnos y que generan tráfico de entrada (Inbound) en la red de LAN y WAN.

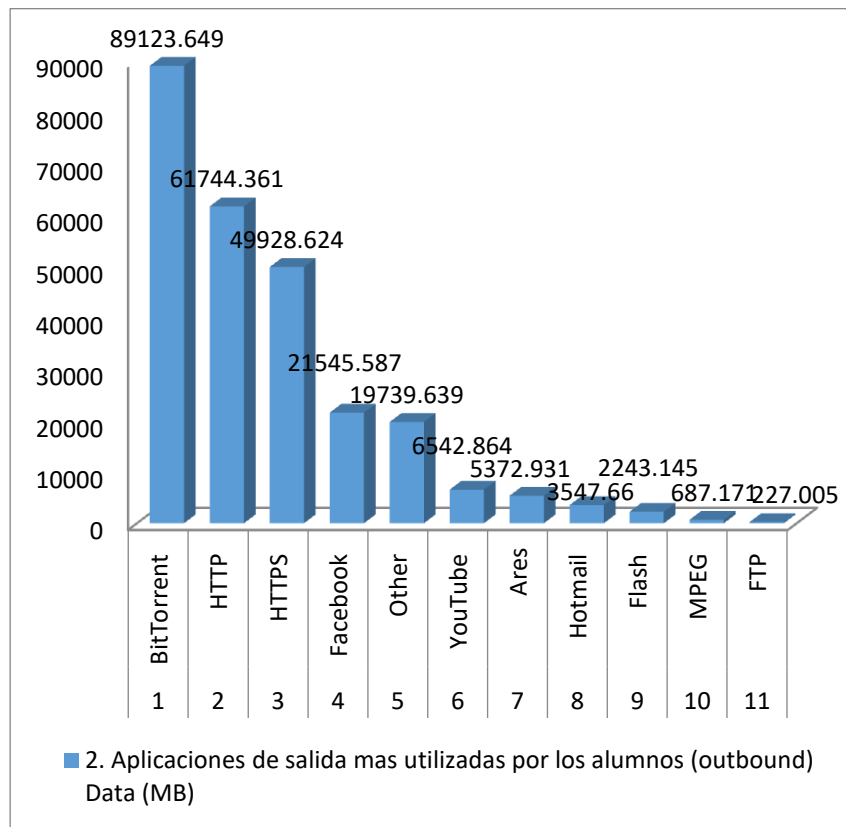
Fig. 2. Aplicaciones de entrada más utilizadas por los alumnos (Inbound)



Fuente: UAN RUC. (2015). Network Monitor Report

Así mismo en la figura 3 observamos las aplicaciones que generan tráfico de salida (Outbound) más utilizadas por los usuarios.

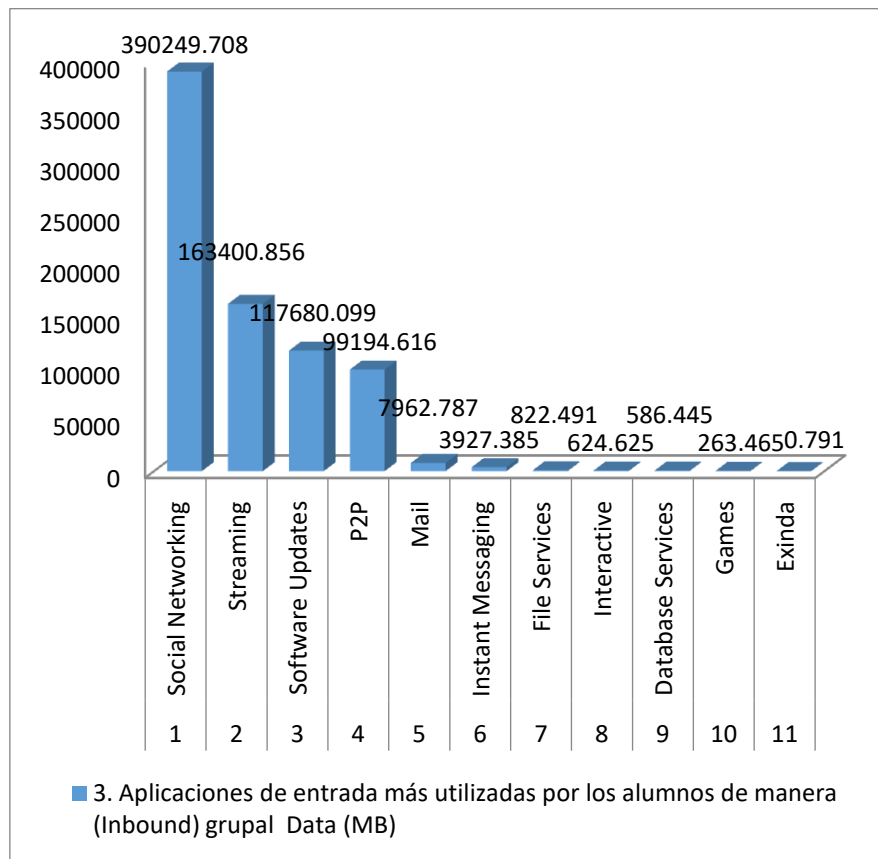
Fig. 3. Aplicaciones de salida más utilizadas por los alumnos (Outbound)



Fuente: UAN RUC. (2015). Network Monitor Report

En la figura 4 se presentan las aplicaciones de entrada (Inbound grupal) más utilizadas por los alumnos en la red LAN y WAN.

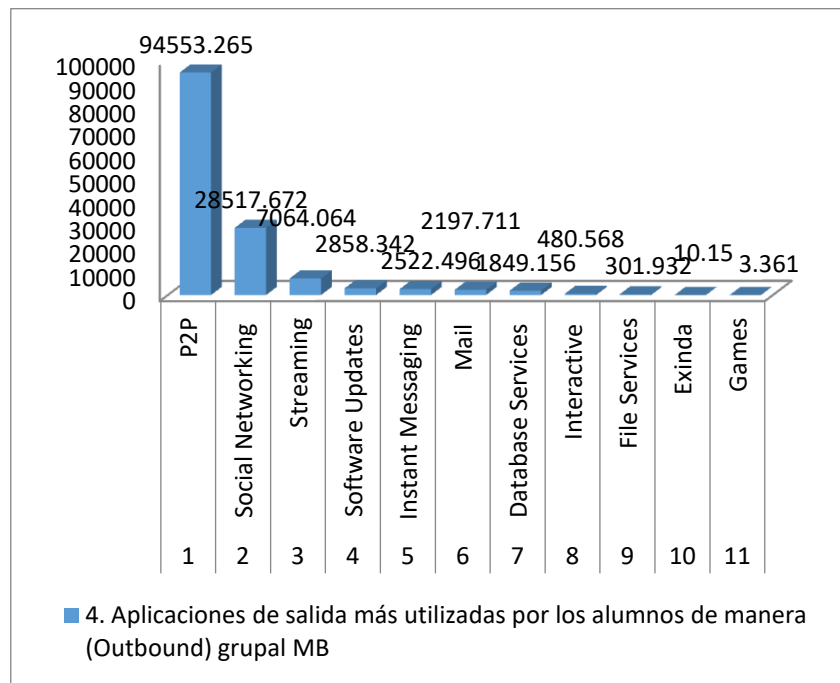
Fig. 4. Aplicaciones de entrada (Inbound grupal) más utilizadas por los alumnos



Fuente: UAN RUC. (2015). Network Monitor Report

De igual manera, en la figura 5 se observan las aplicaciones más utilizadas por los alumnos en la red LAN y WAN (Outbound grupal).

Fig. 5. Aplicaciones de salida (Outbound grupal) más utilizadas por los alumnos



Fuente: UAN RUC. (2015). Network Monitor Report

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

De acuerdo a los hallazgos en la literatura, los datos de los estudios de AMIPCI y el estudio de monitoreo interno de tráfico de la RUC de la UAN, es evidente que los servicios utilizados por los estudiantes a través de computadoras y dispositivos móviles son cada vez más amplios y permiten la interactividad ofrecida por la Web 2.0 y la Web 3.0. Es importante señalar la importancia de la administración de estos servicios y el ancho de banda que cada uno de estos consumen cada día a través de políticas que permitan brindar un mejor servicio.

El estudio realizado internamente en la UAN nos muestra que las aplicaciones más utilizadas en cuanto a Outbound grupal por los alumnos en la red LAN y WAN son: aplicaciones P2P con la mayor cantidad de MB utilizados, seguido por Social Networking y video Streaming (Youtube y otros). Estos datos demuestran que las principales actividades de los usuarios de la RUC se enfocan a actividades de carga-descarga de aplicaciones con protocolos P2P, socialización y videos; sin embargo, el intercambio de información académica como la consulta de base de datos y el correo electrónico no muestran un consumo significativo de ancho de banda, lo que muestra indicios de que se ha generado una segunda brecha digital.

Por otra parte, las limitaciones identificadas en este estudio tienen relación con diversos aspectos que podrían influenciar los resultados y su alcance, a saber: a) el tamaño de la muestra, b) la cultura informática de los estudiantes de la UAN en

relación a los indicadores de la población incluida en el estudio de AMIPCI, d) la temporalidad del estudio de monitoreo interno de tráfico de la RUC, entre otros aspectos relacionados con el contexto del estudio.

El uso de la Internet, debe ser la oportunidad para llevar a los estudiantes hacia la comprensión, la interiorización y la construcción de conocimientos. El aprendizaje y la enseñanza universitaria ya no son ni deben ser las mismas que antes, cuando no existían las posibilidades de las TIC; requieren un cambio de paradigma no sólo para usar la Internet como herramienta importante del proceso, sino para establecer una nueva visión del aprendizaje que asegure que todos los involucrados en el proceso persigan el fin principal, convertir la información en conocimientos; es decir, aprender a aprender.

Dados los resultados de esta investigación, estos podrían servir como base para estudios futuros en la misma línea. Los resultados obtenidos y el instrumento utilizado para la recolección de los datos podrían servir de insumo para otras investigaciones futuras, si se tiene en cuenta que los hábitos de uso de Internet evolucionan de acuerdo a las prestaciones de esta red. En este sentido, los aspectos mencionados como limitantes de validez deberán ser tomados en cuenta si se pretende utilizar los resultados obtenidos de este estudio como referente para estudios similares.

Referencias

- [1] AMIPCI. 12º estudio sobre los hábitos de los usuarios de Internet en México 2016. Recuperado el 11 de julio del 2016, de: https://www.amipci.org.mx/images/Estudio_Habitosdel_Usuario_2016.pdf
- [2] Castaño, C. La Segunda Brecha Digital. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*. No. 125 (enero 2009), 175-179. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/40184925>
- [3] San Juan Rivera, I. G., & Bielma L. F. Factores que influyen en la conformación de la brecha digital. COSIT. Innovar para crecer. 2012.
- [4] Torres, S. Incorporación de recursos de la Web 2.0 como elementos Innovadores de apoyo en la dinámica docente. *Revista de Investigación e Innovación Educativa para el Desarrollo y la Formación Profesional*. Vol. 6 (febrero, 2014).
- [5] Méndez N. I. Uso de herramientas web 2.0 para promover redes de aprendizaje. *Revista de Investigación e Innovación Educativa para el Desarrollo y la Formación Profesional*. Vol 6. (febrero, 2014). Recuperado de: <http://ece.edu.mx/ecedigital/files/Articulo%20Idalia%20Mendez.pdf>.
- [6] Küster, I. & Hernández, A. De la Web 2.0 a la Web 3.0: antecedentes y consecuencias de la actitud e intención de uso de las redes sociales en la web semántica. *Universia Business Review*. Primer trimestre, 2013. 104-119. Recuperado de <https://ubr.universia.net/article/download/877/1003>
- [7] Dankhe, G. L. Investigación y comunicación. En C. Fernández-Collado y Dankhe, G. L. (Eds.). *La comunicación humana: ciencia social*. México: McGraw Hill. (1986).

RFID como mejora de la trazabilidad y aumento de la seguridad de un almacén de una Institución Educativa de orden Nacional.

Ignacio Luis Pombo Navas ¹, Judith Daniela Sastoque Gómez ² y Juan David Tapias Yepes ³

¹ Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA- Regional Bolívar, Ternera kilómetro 1- vía Turbaco, Cartagena- Bolívar, Colombia.
ipombo@sena.edu.co

² Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA- Regional Bolívar, Ternera kilómetro 1- vía Turbaco, Cartagena- Bolívar, Colombia.
jdsastoqueg@misena.edu.co

³ Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA- Regional Bolívar, Ternera kilómetro 1- vía Turbaco, Cartagena- Bolívar, Colombia.
juandavid199648@hotmail.com

Resumen.

El objeto de este estudio, es demostrar los beneficios de la tecnología RFID como mejora de la trazabilidad y aumento en la seguridad de la cadena de suministros. Para ello, se compilan conceptos generales de los sistemas de identificación presentando sus definiciones, componentes de hardware/software, aplicaciones en la gestión de la cadena de suministro.

En una Institución Educativa de Orden Nacional, el cual posee seccionales en todas las regiones de Colombia, en las cuales se encuentran sedes donde se ejecutan procesos propios del almacenamiento de activos. Actualmente se tienen datos de la deficiencia en el proceso de flujo de materiales de uno de los almacenes de estas instituciones, a pesar que sus procesos están documentados. Con base en ello la tecnología considerada aportara un avance significativo y considerara la reducción del margen del error en todos los procesos de almacén.

Palabras claves: Seguridad, Trazabilidad, Cadena de suministros, RFID.

1 Introducción

Actualmente las industrias deben desarrollar herramientas en la toma de decisiones con respecto a sus operaciones logísticas, para enfrentar los retos de un mercado globalizado y competitivo el cual exige el cumplimiento de los requerimientos del cliente en el menor tiempo, maximizando la creación de valor dentro de la cadena de abastecimiento. En este artículo se plantea un modelo para el sistema de control en las operaciones logísticas asociadas a la trazabilidad y seguridad de una Institución Educativa de Orden Nacional, el cual posee seccionales en todas las regiones de Colombia, en las cuales se encuentran sedes donde se ejecutan procesos propios del almacenamiento de activos, con la implementación de tecnología RFID. La

implementación de tecnología RFID evita los errores que se generan en un registro manual de las operaciones. Las tecnologías de trazabilidad garantizan confiabilidad de los datos de cuentadante (usuario) y artículo de alto valor (equipo de cómputo). A partir de esta solución tecnológica, se obtienen diversos beneficios que sirven de ejemplo para beneficiar almacenes del mismo ente en la misma condición, ya que a través de esta propuesta se obtiene una mayor eficiencia en la trazabilidad y la seguridad de los activos, evitando pérdidas millonarias al centro. Otra de las ventajas de esta tecnología es que permite el estado real de los productos y las condiciones de préstamo de los mismo evitando falsificaciones y errores en la entrega de los equipos. El artículo se divide en cuatro secciones. La primera presenta el estado del arte de implementación de tecnología RFID. Seguidamente, se muestra la metodología de implementación. La tercera sección los resultados obtenidos hasta la fecha. Finalmente, se presentan los posibles proyectos dados desde este.

2 Estado del arte

2.1 Impacto financiero en la gestión de inventarios

En un escrito en el año 2002, Carlos Vidal argumenta que: “(...) La gestión de los inventarios de producto terminado, producto en proceso y materias primas, es uno de los aspectos logísticos más complejos en la industria de producción y distribución de bienes. Las inversiones en los inventarios pueden representar alrededor del 25% de los activos corrientes de una empresa (...)” [1] el porcentaje es muy representativo en el impacto financiero en la organización.

2.2 Participación de Hardware/Software en Colombia para la gestión de inventarios

La gestión de los diferentes tipos de inventario a lo largo de una cadena de abastecimiento es un problema complejo que, en la mayoría de los casos de la industria colombiana e internacional, se aborda mediante la implementación de herramientas de Hardware/Software. Sin embargo, la decisión de implementar dichas herramientas está en muchos casos limitada por la capacidad financiera para invertir en ellas y por el desconocimiento de la oferta de Hardware/Software disponible en Colombia [2]. Por otra parte la influencia se ve reflejada en la resistencia al cambio y la no aceptación de nuevas tecnologías para no desfallecer de los métodos convencionales.

2.3 Tecnología RFID en Colombia

En la actualidad aproximadamente 214 países y más de 35 industrias se benefician hoy de la tecnología RFID para la seguridad de sus productos y la satisfacción de sus consumidores [3]. En Colombia actualmente no existe un gran historial en cuanto a la tecnología RFID, no son muchas las compañías que han invertido en estos sistemas gracias a variables como los costos, la falta de capacitación a temas tecnológicos, por otro lado existe mucha resistencia al cambio lo que genera dificultad para adaptarse a

un nuevo sistema. La falta de interés por parte de las compañías nacionales para convertirse en empresas globalizadas, ha generado cierto retraso en todos los aspectos tecnológicos, con el paso del tiempo a pesar de que se ha dado un fenómeno de globalización acelerado, son muy pocas las compañías que han pensado en desarrollar nuevas estrategias que vayan a la vanguardia de las organizaciones más grandes del mundo, las compras por internet son un ejemplo claro de escepticismo de las personas hacia lo que tenga que ver con tecnología, ya que a las personas en Colombia todavía les genera cierto temor acceder a algún producto por este medio, y así mismo esto se replica a los empresarios, los cuales no toman la decisión de conocer que se puede hacer más allá del entorno nacional. La falta de interés ha generado que el conocimiento de las nuevas tecnologías sea casi nulo a nivel nacional, lo cual genera que las compañías sean cada vez menos competitivas [4].

2.4 Beneficios del RFID en la trazabilidad y seguridad sobre el código de barras

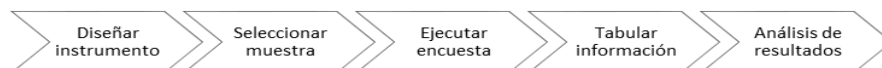
Una ventaja notable que tiene la tecnología RFID, sobre los códigos de barras, es la cantidad de información que puede almacenar cada etiqueta, ya que la memoria de esta permite introducirle más datos que facilitan el control de cada producto, logrando separar información vital para los procesos dentro de una compañía. La trazabilidad es otro aspecto superior en sistemas RFID, ya que este permite darle seguimiento a un producto que pueda estar en movimiento, esto es una gran ventaja para evitar ciertos robos al interior de una organización [5].

3 Metodología

Para el proyecto que implementado en una Institución Educativa de Orden Nacional, se está llevando a cabo el cumplimiento de los objetivos de la primera fase, el objetivo uno “Caracterizar las principales restricciones que posee el almacén para de entrega y del préstamo del servicio recibo de materiales” el cual se ejecutó mediante una encuesta, el siguiente objetivo “Realizar un inventario de los materiales del Centro de Comercio y Servicios” se está llevando a cabo mediante una toma física y, por último objetivo “Diseñar un Layout que describa las zonas destinadas a cada operación y la posición exacta de los materiales” que será ejecutado en por medio de un software llamado AutoDESK.

3.1 Caracterizar las principales restricciones que posee el almacén para de entrega y del préstamo del servicio recibo de materiales

Para este primer objetivo se realizó las siguientes actividades



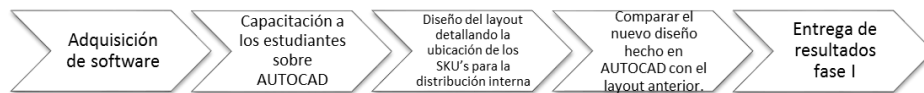
3.2 Realizar un inventario de los materiales del Centro de Comercio y Servicios

Para el siguiente objetivo, el cual se encuentra en ejecución su metodología en la siguiente:



3.3 Diseñar un Layout que describa las zonas destinadas a cada operación y la posición exacta de los materiales

Con la adquisición del software, hasta el momento ha sido posible la capacitación y presenta la siguiente metodología



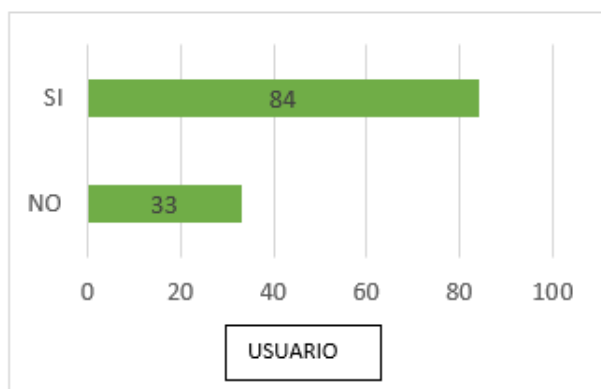
4 Resultados experimentales

4.1 Resultados de objetivo “Caracterizar las principales restricciones que posee el almacén para de entrega y del préstamo del servicio recibo de materiales”

Por medio de un muestreo aleatorio simple se seleccionó al número de personas que tienen acceso al almacén, la base de datos es del año 2015. Posterior a la selección de la muestra, se procedió a la aplicación de la encuesta, tabulación de resultado y análisis de estos.

4.1.1 Número de usuarios que conocen y usan el servicio del almacén.

Los resultados obtenidos en la gráfica 1, hace referencia al número de usuarios que utilizan el servicio del almacén.

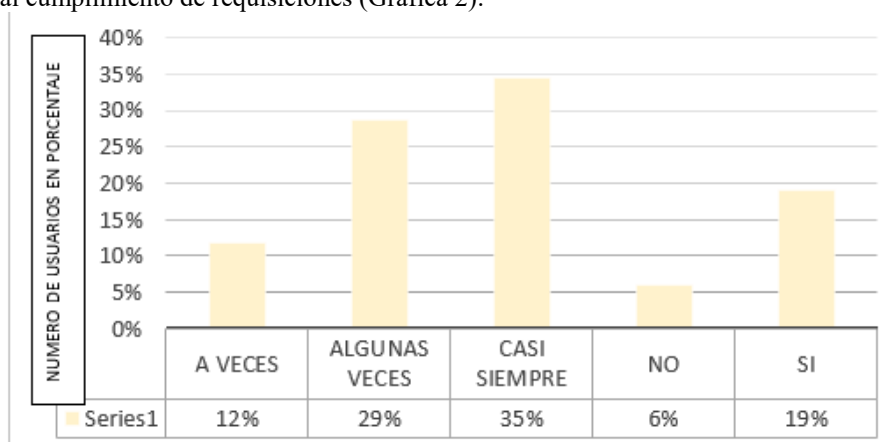


Grafica 1: Usuarios que utilizan el servicio del almacén

Correspondiente a un 72% de las personas que dijeron que “SI”, quien a su vez son las mismas personas que respondieron “SI” a la pregunta 2- “¿Sabía de la existencia del servicio?” son personas que tienen la facultad de opinar, para este ejercicio solo se requiere dichos usuarios que hayan tenido contacto con el almacén para conocer su percepción del servicio.

4.1.2 Número de usuarios que tiene cumplimiento de sus requisiciones:

De dicho porcentaje se sigue analizando la apreciación de los usuarios con las siguientes preguntas; para el resultado arrojando por la pregunta 3 que hace referencia al cumplimiento de requisiciones (Grafica 2):

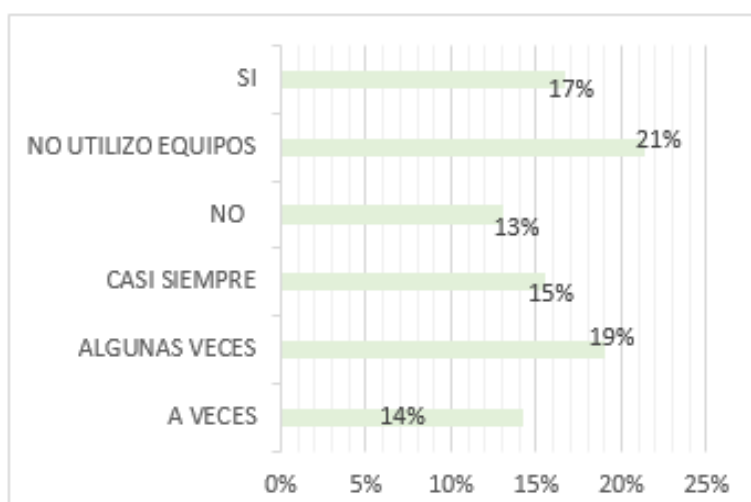


Grafica 2. Cumplimiento de requisiciones

Notablemente se observa que la sumatoria de las opciones, a excepción de “SI” con un 19%, no es de satisfacción total, el 81% de los encuestados no encontraban completos o parcialmente completo sus requerimientos, lo que da como resultado una no conformidad en el préstamo de materiales.

4.1.3 Número de usuarios que tiene cumplimiento de sus requisiciones en entrega y tiempo de los equipos de cómputo:

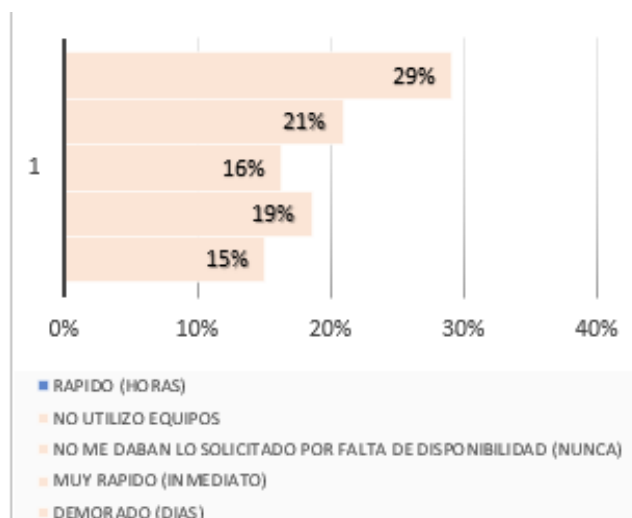
Para las siguientes dos preguntas que hace referencia a nuestro objeto de estudio para aplicar la tecnología como lo son los equipos de cómputo que son de alto valor. El resultado del cumplimiento de requisiciones de equipos de cómputo se muestra así (Grafica 3):



Grafica 3. Cumplimiento de requisiciones de equipos de cómputo.

La no conformidad por parte de los usuarios es una cifra alta, la sumatoria de las opciones, a excepción de los usuarios que respondieron “SI” con un 17%, y los usuarios que no utilizan equipos de cómputo con un 21%, es una cifra representativa con un 62% del total de los encuestados. Es una cifra preocupante porque la Institución de acuerdo con POLÍTICAS TIC- USO APROPIADO DE LOS SERVICIOS TIC, en el año 2008 se pronunció con una política cuyo propósito es asegurar servicios TIC que apoyen la misión de la entidad. Sin el adecuado suministro de equipos de cómputo, se verá afectado el cumplimiento de esta política a cabalidad, lo que genera una falla en los procedimientos internos de la entidad.

Siguiendo con lo anterior, los resultados del cumplimiento de tiempos de entrega de equipos de cómputo, la gráfica 4 evidencia esos datos.

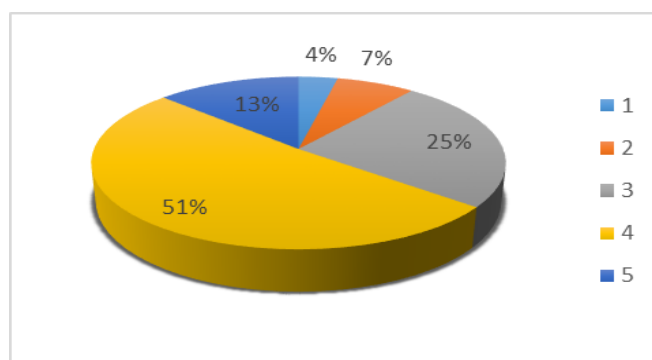


Grafica 4. Cumplimiento de tiempos de entrega de equipos de cómputo.

El 48% de los usuarios del almacén están satisfechos con el tiempo de entrega, independientemente de que la requisición este completa o no con relación a equipos de cómputo, un 31% presenta no conformidad, gracias a que no están satisfechos frente a los tiempos de entrega o porque nunca le daban lo solicitado y, se sigue manteniendo el 21% de las personas que no utilizan equipos de cómputo.

4.1.3 Calificación del servicio por parte de los usuarios:

Para esta última pregunta, los usuarios definieron su percepción a partir de una calificación con un rango del 1 al 5, siendo el cinco el mejor puntaje. Los usuarios apreciaron el servicio así:



Grafica 5. Calificación del servicio

El 64% de los usuarios se encuentran satisfechos con el servicio suministrado por parte del almacén con una calificación de 4.0 y 5.0, mientras que el 36% no se encuentra conforme calificando el servicio con los puntajes más bajos del rango.

5 Conclusiones y futuras investigaciones

Actualmente el servicio tiene una falla en lo siguiente:

- Un 28% de los usuarios no conocen el servicio del almacén
- Los procedimientos de entrega de materiales es tardío y tedioso por la documentación e información que se debe llenar a la hora de realizar una solicitud de acuerdo al procedimiento de préstamo del almacén
- No existe conformidad en los préstamos del servicio con relación a la disponibilidad, esto se debe a que los procedimientos establecen el almacén en la entrega un equipo a un funcionario, ya sea de planta o contratista, y esta devolución no tiene fecha límite.
- A pesar de la situación del almacén en la gestión de tiempo y materiales, y que las requisiciones son parcialmente completas, el 64% de los encuestado están satisfechos con el servicio.

La segunda fase del proyecto tiene la finalidad de realizar la implementación y seguimiento de la tecnología y, comparar los resultados con el nuevo layout y lo efectos de la tecnología en el proceso.

Referencias

- [1] Vidal, C.J. (2010). Fundamentos de control y gestión de inventarios, Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería Cali, Colombia. Recuperado de: https://campusvirtual.univalle.edu.co/moodle/pluginfile.php/479402/mod_resource/content/1/FUNDAMENTOS%20DE%20CONTROL%20Y%20GESTION%20DE%20INVENTARIO%20taller%201.pdf
- [2] Gutiérrez, V. and Jaramillo, D. (2016). Reseña del software disponible en Colombia para la gestión de inventarios en cadena de suministros. Estudios gerenciales, 25(110), p.1.
- [3] Rivera Lozano, M. (2012). Tecnología RFID en Colombia, un negocio con muchas oportunidades. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Bogotá D. C-Colombia.
- [4] Intermec (2007). Usos prácticos de la tecnología RFID en aplicaciones de fabricación y distribución, Documentación Técnica, EE.UU. Recuperado de http://www.intermec.com/public-files/white-papers/es/wpPractical_ES.pdf
- [5] Camacho Hauad. A. (Agosto-Octubre 2010). RFID. La revolución a la hora de identificar un producto. Revista Logística. Recuperado de: <http://issuu.com/legissa2010/docs/revista-logistica-ed-10?e=1637651/3985256#search>
- [6] Rivera Lozano, M. (2012). Tecnología RFID en Colombia, un negocio con muchas oportunidades. Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, Bogotá D. C-Colombia.
- [7] 11. AIM, (2013) Standards groups related to automatic identification and data capture, Association for Automatic Identification and Mobility, p. Recuperado de: <http://forums.aimglobal.org/standards/stndrdorgs.asp>

VII. Ingeniería de Software

Realidad Aumentada de Órganos del cuerpo humano e Impresión 3D

Iván Peredo Valderrama¹ Rubén Peredo Valderrama² José Luis Martínez Godoy¹

¹ Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N el Rosario el Marqués, México, Querétaro, CP. 76240.
ivan.peredo@upq.mx
jose.martinez@upq.mx

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

Resumen. El presente proyecto tiene la finalidad de modelar diversas partes del cuerpo humano en 3D para su posterior impresión y manipulación por medio de Realidad Aumentada (Augmented Reality, AR por sus siglas en inglés), esto podrá realizarse por medio de una cámara Web, un monitor de computadora, software y marcadores, mismos que permitirán visualizar de una manera más amena a los estudiantes de medicina diversos órganos del cuerpo humano tales como: El corazón, pulmones, ojos, cerebro, y de manera general el cuerpo humano, etc., cabe destacar que la manipulación será por medio de un teléfono inteligente (SmartPhone), o cualquier otro dispositivo móvil. Dicho proyecto comprende la utilización de herramientas de software para el diseño de los modelos, un motor para la programación de la aplicación que puede ser exportada a diferentes plataformas populares entre los usuarios y el uso de la impresora 3D para la manipulación de los objetos. Cabe señalar que la AR, anteriormente era una estrategia tecnológica poco conocida y usada, debido a la complejidad de integración de varias tecnologías, pero esto con el paso del tiempo ha cambiado favorablemente convirtiéndose en una tecnología prometedora misma que permite combinar el mundo real con el virtual, facilitando la motivación de los aprendices y una mejor conceptualización para los estudiantes.

Palabras clave: Modelado 3D, Cuerpo Humano, Impresora Robo 3D, Realidad Aumentada, Teléfono Inteligente, Blender, Unity 3D y Vuforia.

1 Introducción

La utilización de los diferentes dispositivos móviles y las aplicaciones de software se ha vuelto una actividad cotidiana entre los seres humanos conforme va avanzado la tecnología, cabe mencionar que la AR es una nueva tecnología que permite interactuar elementos reales con elementos virtuales, es decir introducir información digital en un entorno físico del mundo real por medio de marcadores. El software que permitió la programación de dichos marcadores en el presente proyecto, es el motor Unity 3D y la

plataforma Vuforia con el objetivo de poder visualizar los modelados 3D en nuestros dispositivos móviles.

Por otro lado el modelado 3D en el pasado era casi imposible de realizarse debido a que no era una tecnología lo suficientemente buena para diseñar aplicaciones, pero esta situación cambio y afortunadamente para la última década este tema se convirtió en un tema muy importante y útil para la sociedad. Por ende el modelado 3D es aquella técnica que se utiliza para la creación de personajes, escenas, objetos en general, etc., utilizando un software especializado que brindará al desarrollador herramientas necesarias para el diseño de las mismas, esta técnica se emplea principalmente en la creación de películas animadas, en la elaboración de efectos especiales de películas así como en desarrollo de videojuegos. El modelado en 3D cuenta diversas herramientas que permite la generación de efectos de iluminación, animación y transparencia, entre otros; por mencionar algunas de ellas se encuentran las siguientes: **Blender, 3D Studio Max, Cheetah3D, Cinema 4D, Generative Components, Houdini, LightWave, Maya, MilkShape 3D, Softimage, trueSpace, ZBrush, etc.** Debido a que se cuenta con una gran gama de herramientas en modelado 3D es por ello que se pensó en hacer uso de una de estas y en específico de **Blender** por ser una herramienta de código abierto para crear una aplicación que permitiera la interacción entre el modelado 3D y el usuario en cuestión [1].

Por tal motivo, es que se optó por diseñar una aplicación que permita la interacción de los seres humanos con modelados e impresiones en 3D, en este caso en particular hablaremos de algunos órganos del cuerpo humano, logrando así estimular a los alumnos de la carrera de medicina de una manera más desafiante el aprendizaje así como crear diversas aplicaciones para las distintas disciplinas tales como la educación, odontología, arquitectura, e incluso en video juegos, pasando por el aprendizaje y la experimentación, hasta llegar al prototipo rápido de productos. Por otro lado se puede mencionar que los diseños en 3D que se obtuvieron referentes a los órganos del cuerpo humano se realizaron con la impresora Robo 3D permitiendo así la interacción de los mismos.

La presente aplicación tiene la ventaja de que a futuro pueda ir innovando de acuerdo a los avances tecnológicos y científicos, logrando así mejorar y expandirse de forma indefinida, debido a que sus aportes a la medicina son un gran logro para garantizar una mejor calidad de vida en un futuro no solo en México sino en distintas partes del mundo. Por tal motivo es que se desarrolló una aplicación que permitió a los alumnos interactuar con algunos órganos del cuerpo humano de una forma más atractiva, por medio de las distintas plataformas, con las cuales un gran número de personas cuentan actualmente.

2 Estado del Arte

Al hacer referencia de la tecnología AR, lo primero en que se piensa es en un modelado en 3D que va a ser visualizado en un dispositivo inteligente, la Fig. 1 muestra un modelado y animación 3D de los órganos del cuerpo humano de la propuesta.

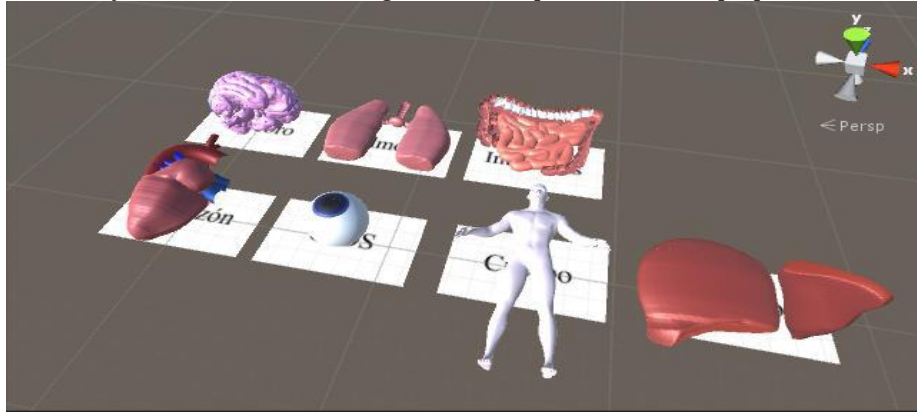


Fig. 1. Modelado y animación 3D de los órganos del cuerpo humano.

A continuación se describen los recursos utilizados durante el desarrollo del proyecto:

Para la construcción de los modelos en 3D, se utilizó el software de modelado **Blender**, debido a que es un software fácil de usar, así como contiene herramientas capaces de realizar un modelado de calidad, permitiendo así el uso de texturas, personalización de las mismas, importación y exportación en diferentes formatos manteniendo compatibilidad [2].

Para implementar la AR en nuestra propuesta e interactuar con estos modelados en 3D, empleamos el **Motor Unity** y la plataforma **Vuforia**, la Fig. 2 muestra la combinación de estas dos tecnologías. La idea de la propuesta es aplicar la AR en el sector educativo y salud, con el objetivo de dar a conocer a los alumnos de medicina las distintas formas de interactuar con algunos órganos del cuerpo humano de una forma más atractiva e innovadora, por medio de la AR en las distintas plataformas de escritorio o móviles, con las cuales un gran número de personas cuentan actualmente [3-4].

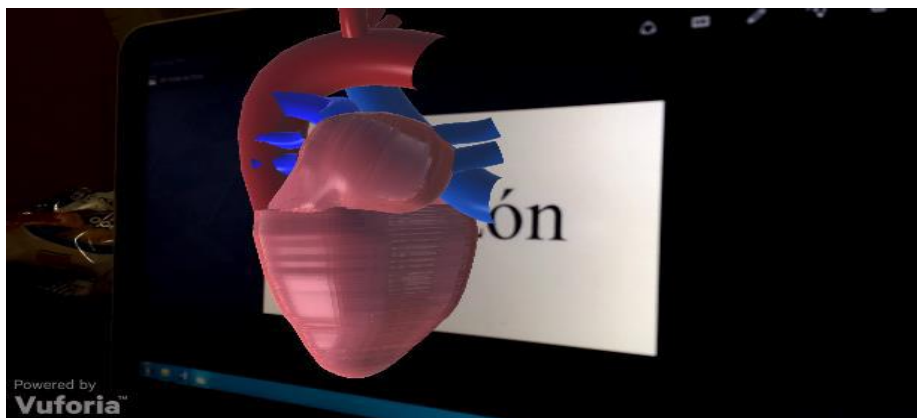


Fig. 2. Modelado 3D en Unity y la plataforma Vuforia del corazón.

Se ha observado y escuchado en los diferentes medios informativos de la actualidad que la AR junto con la impresión en 3D son dos tecnologías que han ido alcanzado la madurez necesaria para poder implementarlas en diversas áreas, y hay lugares como escuelas o industrias que requieren manipular objetos en 3D virtualmente o físicamente para enriquecer diversos aspectos de la información que reciben.

Para comenzar con la explicación de la impresión 3D mencionaremos que es una tecnología que permite fabricar objetos reales de cualquier tamaño. El proceso de impresión consiste en aplicar una capa de PLA o ABS, una encima de la otra hasta llegar a un producto solido tridimensional. La impresión 3D esta llegando a todos los hogares gracias a su accesibilidad y facilidad de uso así como a la demanda creciente. Su mayor ventaja es su bajo costo de producción. Se puede generar cualquier objeto que podamos imaginar, usando tan solo la cantidad estrictamente necesaria de material, y para hacerlo deberemos tener la representación del objeto en un formato de modelo 3D reconocible para la impresora. La aplicación de impresoras 3D se puede encontrar en diversos campos tales como la medicina, la educación, arquitectura, etc., logrando así modelar desde piezas de instrumental médico o incluso implantes hasta impresión de estructuras y aplicaciones aeroespaciales.

Para la impresión de los modelos en 3D, se utilizó la impresora **Robo 3D**, la Tabla. 1 muestra sus características. Esta es una impresora 3D económica y fácil de manipular. Su calidad de impresión es regulable (alto, medio, bajo) lo que le permitirá por lo mismo regular la velocidad de impresión. Contiene un extrusor y un plato calentador regulable lo que le permitirá usar la mayoría de los materiales de impresión existentes y evitara toda contracción del material usado. Esta impresora es perfecta para el desarrollo del proyecto, tiene muy buena presentación, es muy fácil de usar y soporta

muy bien el trabajo rudo. La Robo 3D, sin duda ha llegado para quedarse, tiene la mayor amplitud de impresión que podremos encontrar el día de hoy en el mercado mundial. La Fig. 3 muestra la impresión del cerebro con la impresora Robo 3D [5].

Precisión	Rapidez	Filamento	Tamaño de Filamento	Archivos	Compatible	Tamaño de impresión
0.1	40-100 MM/S	ABS-PLA	1.75 mm	STL	MAC Windows	254 X 228 X 203 mm

Tabla. 1. Características de la impresora Robo 3D.

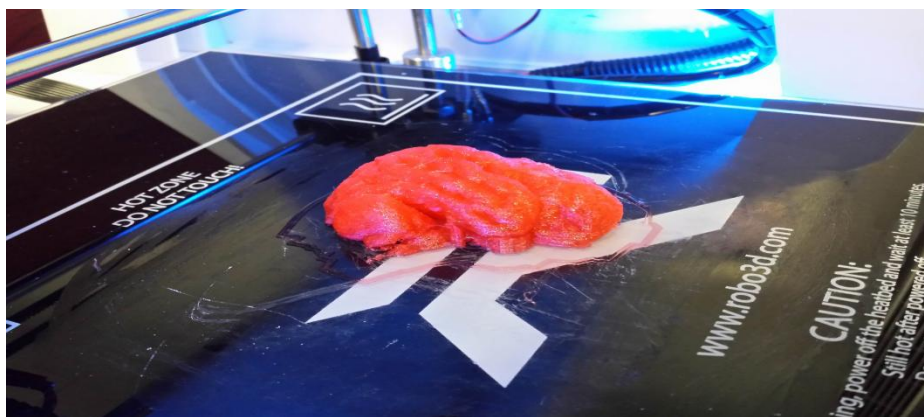


Fig. 3. Impresión del cerebro con la impresora Robo 3D.

En la realización de la propuesta se indagaron diversos trabajos vinculados con los recursos utilizados durante el desarrollo del proyecto. Algunos de los trabajos revisados son los siguientes:

- **ZygoteBody™ Platform** [6], ha estado proporcionando contenido 3D sorprendente para anatomía del cuerpo humano para su uso en la animación, ingeniería y simulación e ilustración médica. Ofrece estos contenidos 3D por un costo en los siguientes formatos: 3D Studio Max, Blender, Cinema 4D y Maya.
- **WordLens** [7], permite traducir las palabras que aparecen en una imagen instantáneamente. El proceso es muy sencillo, el software identifica las letras que aparecen en la imagen y busca la palabra en el diccionario. Una vez que encuentra la traducción, la dibuja en lugar de la palabra original. La aplicación es ideal para quienes viajan mucho y necesitan conocer de manera rápida el significado de alguna palabra.

Organovo [8], empresa dedicada a diseñar y crear tejidos humanos funcionales utilizando la tecnología patentada **bioprinting tridimensional**. El objetivo es construir tejidos humanos vivos que han demostrado funcionar como tejidos nativos.

Como se aprecia en los diversos trabajos mostrados con anterioridad, cada uno de ellos utiliza los recursos utilizados durante el desarrollo del proyecto de una forma innovadora, así el usuario puede emplear movimientos que le parecen familiares para crear una interacción más natural, como si estuviera tocando objetos reales.

3 Metodología usada

Suele presentarse el caso que durante el desarrollo de un proyecto de software se van presentando diversos cambios que se manifiestan a diario y son constantes, por ende surge la necesidad de realizar una constante actualización del proyecto de software que se está realizando.

Por tal motivo cabe mencionar que las arquitecturas robustas permiten manipular de una manera más óptima los cambios que se puedan presentar en los proyectos de software.

Los patrones de diseño de software nos proveen una mejor visión para el análisis y diseño de los proyectos de software, ofreciéndonos mejores opciones de soluciones, con la finalidad de manejar mejor el cambio a lo largo de la vida de un proyecto de software, y mejorar la reutilización de las partes de los proyectos de software, ya que son soluciones probadas a problemas generales que pueden ser aplicados a proyectos específicos, tomando en cuenta la experiencia acumulada de desarrolladores expertos de software, que ya han enfrentado el problema y han encontrado soluciones elegantes, lo que hace que al aplicarlos a nuestros proyectos de software los hagan parecer profesionales.

La aplicación usa principalmente los siguientes patrones de diseño: patrón de Composición, y Modelo-Vista-Controlador (Model-View-Controller, MVC por sus siglas en inglés). El patrón MVC se utilizaba inicialmente en aplicaciones Web, pero debido a sus ventajas se ha extendido rápidamente a todo tipo de aplicaciones. El patrón composición nos construye estructuras complejas en tiempo de ejecución, con base en estructuras más simples, teniendo el patrón como ventajas fundamentales las siguientes: estructurar componentes complejos en base a componentes más simples (indivisibles y compuestos), y una Interfaz de Programación de Aplicación (Application Programming Interface, API por sus siglas en inglés) más simple. La Fig. 4 muestra la arquitectura de la propuesta con los dos patrones de diseño de software anteriormente mencionados: MVC y composición [9-11].

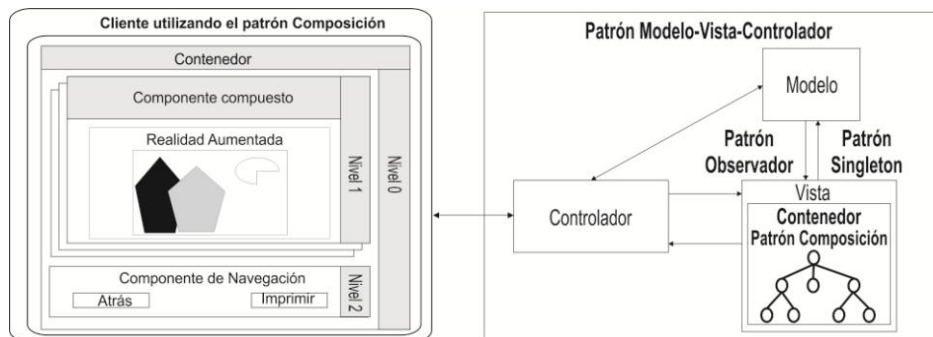


Fig. 4. Arquitectura de la propuesta utilizando patrones de diseño de software.

Podemos mencionar que se implemento la tecnología AR capaz de detectar el ambiente y la sección donde se está colocando el dispositivo, creando una animación dentro de este ambiente.

Para ello sólo será necesario que cualquier estudiante de la carrera de medicina pueda manipular la aplicación desde cualquier dispositivo móvil, logrando así que los estudiantes sean partícipes de lo que la tecnología, y de los avances médicos que se pueden lograr al implementarlos en la aplicación.

Los requerimientos mínimos que se necesitan para ejecutar las aplicaciones con AR de nuestra propuesta son los siguientes [12]:

- Monitor: dispositivo donde se verá reflejado lo real y lo virtual que conforman la realidad aumentada.
- Cámara Web: dispositivo que toma la información del mundo real y la transmite al software de realidad aumentada.
- Software: programa que toma los datos reales y los transforma en realidad aumentada.
- Marcadores: básicamente son hojas de papel con símbolos que el software interpreta y de acuerdo a un marcador específico realiza una respuesta específica como: mostrar una imagen 3D, hacerle cambios de movimiento al objeto 3D que ya esta creado con un marcador, reproducción de videos, etc.

La Fig. 5 muestra un ejemplo de AR de nuestra propuesta, como se pude observar se está utilizando un marcador llamado framemarker, que es utilizado como eje para montar una imagen y en este caso mostrar los pulmones, además se puede notar que no es necesario ser un experto en algún área técnica específica para utilizarla, ya que solo se requiere utilizar los marcadores para interactuar con el software. La conjunción del software descrito anteriormente, posibilito con conocimientos de programación y de diseño, hacer un software con AR.



Fig. 5. Ejemplo de AR de nuestra propuesta.

4 Resultados experimentales

El objetivo del proyecto se pudo alcanzar gracias a que se contó con los recursos necesarios para su desarrollo. En las siguientes figuras se muestran los resultados de la aplicación:

La Fig. 6 a la derecha muestra un ejemplo de marcador que se utilizó para visualizar los modelos y a la izquierda se muestra el entorno Unity 3D en el cuál se trabajó para crear la aplicación.

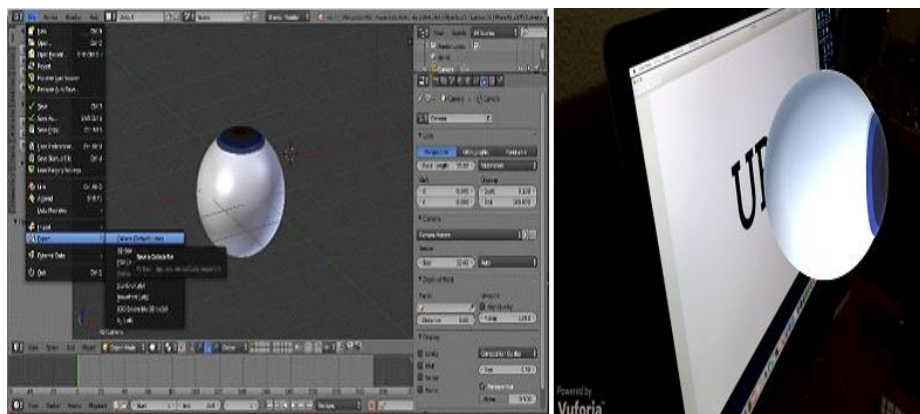


Fig. 6. Ejemplo de AR en Unity 3D y modelado del ojo humano en marcador.

La Fig. 7 muestra un ejemplo de marcador que se utilizó para visualizar el cerebro humano de la aplicación.

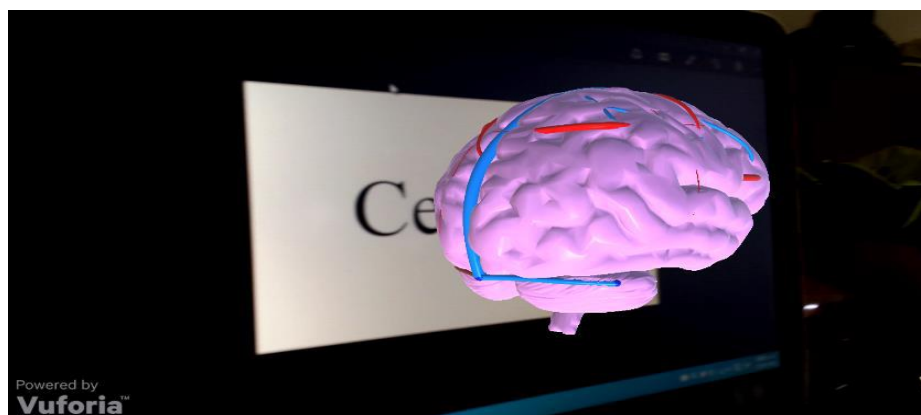


Fig. 7. Ejemplo de modelado del cerebro humano en marcador.

La Fig. 8 muestra un ejemplo de marcador que se utilizó para visualizar el cuerpo humano de la aplicación.

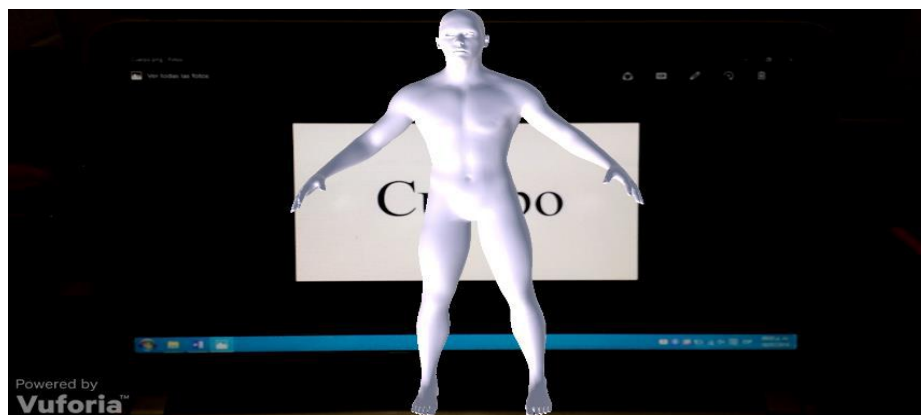


Fig. 8. Ejemplo de modelado del cuerpo humano en marcador.

La Fig. 9 muestra un ejemplo de marcador que se utilizó para visualizar el hígado humano de la aplicación.

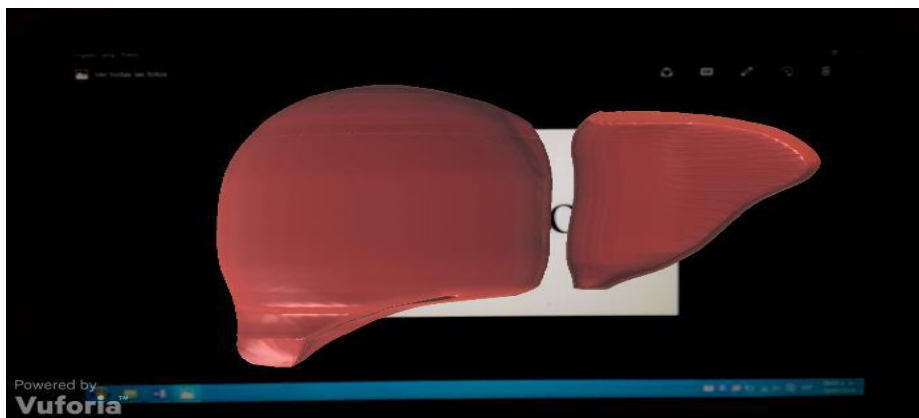


Fig. 9. Ejemplo de modelado del hígado humano en marcador.

La Fig. 10 muestra un ejemplo de marcador que se utilizó para visualizar los intestinos del cuerpo humano de la aplicación.

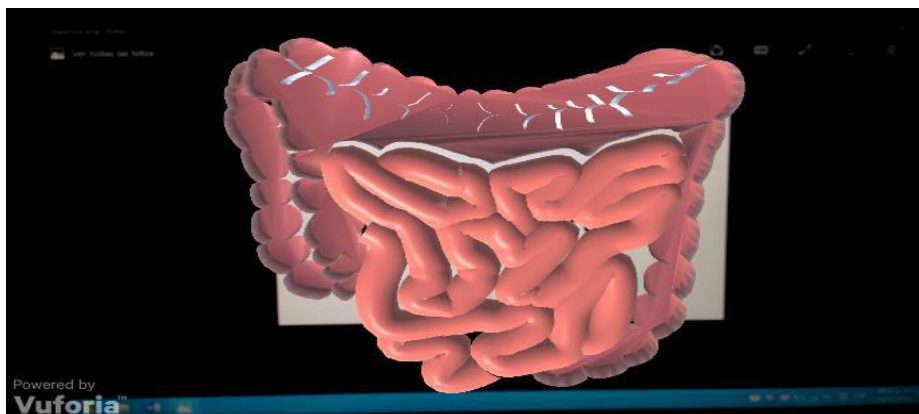


Fig. 10. Ejemplo de modelado de los intestinos del cuerpo humano en marcador.

Una vez modelado todos los órganos, se procedió a incrustar en el marcador el modelado, de tal forma que cuando el dispositivo apunte con la cámara a este marcador, se visualice el cada uno de los órganos que se implementaron en la aplicación de realidad aumentada.

La aplicación con AR funciona a través de diferentes dispositivos inteligentes, los cuales necesitan soportar AR, a su vez utilizan la combinación del Motor Unity y Vuforia para la creación de AR, capaces de cambiar parte de la realidad por modelos en tercera dimensión.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Actualmente se cuenta con sorprendentes avances tecnológicos que a diario nos han ido acompañando en nuestras actividades diarias, con la finalidad de cambiar la manera en la que interactuamos con los dispositivos, cabe señalar que la AR ofrece una gama de nuevas posibilidades de interacción con el mundo virtual. La presente propuesta contribuye al sector educativo y salud con una arquitectura avanzada e innovadora basada en patrones de diseño de software que permiten simplificar la construcción de este tipo de aplicaciones utilizando AR.

La propuesta se enfoca al área de medicina, para enriquecer el aprendizaje y conocimientos adquiridos por los alumnos de medicina de una forma interactiva y enriquecedora. Así mismo se pretende sensibilizar a las instituciones para crear una iniciativa a nivel nacional, que permita agrupar a los mejores investigadores y profesores en un esfuerzo conjunto. La propuesta puede beneficiar a millones de estudiantes a nivel nacional, con educación de alta calidad en las partes más apartadas del país.

Gracias a los patrones de diseño de software utilizados en la propuesta nos permitió reducir la elevada complejidad de elaboración de aplicaciones innovadoras utilizando la AR, separando el contenido de la navegación, dándonos la posibilidad de hacer secuenciación y composición dinámica de los mismos en tiempo de ejecución. Además de mejorar la reutilización de las partes y asegurar una calidad estándar a lo largo de todo el proyecto de software.

Agradecimientos. Los autores de este artículo agradecen a la Universidad Politécnica de Querétaro, al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y a la Escuela Superior de Cómputo (ESCOM) por su apoyo para este trabajo dentro de los proyectos SIP: 20140382, 20150293 y 20160382, los dos primeros dentro del proyecto multidisciplinario 1665. Los autores desean reconocer a todos sus colegas y a los estudiantes Montiel Hernández Iván, Flores Mata Karla Jannete y Rivera Carrillo Aldo Rodrigo que participaron en el diseño y desarrollo del software descritos en este artículo.

Referencias

- [1] Peredo I., Peredo R., Castillo F., (2014). Aplicación con Realidad Aumentada y Modelos 3D basada en Patrones de Software. CNCIIC-ANIEI 2014.
- [2] Blender. (2016). Blender 2.69. Recuperado de <http://www.blender.org/>.
- [3] Unity. (2016). Unity 3D. Recuperado de <http://unity3d.com/>
- [4] Vuforia. (2016). Vuforia QT. Recuperado de <http://qualcomm.com/solutions/>
- [5] 3D MARKET. (2016). Impresoras 3D. Recuperado de <https://www.3dmarket.mx/>
- [6] ZYGOTEBODY. (2016). ZYGOTEBODY 3D. Recuperado de <https://zygotebody.com/>

- [7] Word-Lens de Android. (2016). Word-Lens-Translator. Recuperado de <http://word-lens-translator.uptodown.com/android>
- [8] Organovo. (2016). Organovo Medical Research. Recuperado de <http://organovo.com/>
- [9] Peredo I., Peredo R., Canales A., (2008). Aplicaciones Web basadas en componentes de software para Educación Basada en Web. CNCIIC-ANIEI 2008.
- [10] Peredo I., Peredo R., Balladares L., (2006). Sistema evaluador usando Web semántica para educación basada en Web, 5ta. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2006), IIIS, 2006.
- [11] Peredo I., Peredo R., Balladares L., (2006). Sistema generador de contenidos multimedia interactivos didácticos usando componentes de software para educación basada en Web, 6ta. Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2007), IIIS, 2007.
- [12] Peredo I., Peredo R., Balladares L., (2014). Interacción de modelos 3d con realidad aumentada, Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2014), IIIS, 2014.

Arquitectura de Software Orientada a Servicios para Redes Inalámbricas de Sensores

Enrique Alejandro Amezcua Zúñiga, Jesús Israel González Partida,
Pedro C. Santana-Mancilla y Juan Contreras-Castillo

Universidad de Colima, Av. Universidad 333, Col. Las Víboras,
Colima, Col. 28040. México
{believeit.92, gopixc}@gmail.com, {psantana, juancont}@ucol.mx

Resumen. Este artículo describe una propuesta de arquitectura de software basada en servicios para redes móviles de sensores. Esta arquitectura hace uso del paradigma orientado a servicios basados en la nube para sistemas middleware de redes inalámbricas de sensores. La arquitectura se ha enfocado en un caso de estudio con la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad de Colima para permitir la recolección de datos de la costa y su posterior análisis para la toma de decisiones.

Palabras clave: Redes de sensores, arquitectura de software, boyas marinas, arquitectura basada en servicios, cómputo en la nube.

1 Introducción

El monitoreo del medio marino se ha convertido en un campo de interés desde hace ya varios años, una de las razones principales es que los sistemas marinos son vulnerables a la influencia de la actividad humana generada principalmente por el desarrollo industrial, turístico y urbanístico, lo cual puede originar daños severos e irreversibles al ecosistema marino.

El puerto de Manzanillo es uno de los más importantes de la República Mexicana y se considera el principal puerto exportador del país, reconocido mundialmente como el “Puente Mexicano hacia el Pacífico”. A través de él operan rutas a Japón, Hong Kong, Australia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Canadá, entre otros. Además, es el mejor enlace con las zonas industriales y comerciales del país: Jalisco, el Bajío, Estado de México y la Ciudad de México. Es el segundo puerto más importante del Pacífico Mexicano en volumen de carga transportada. Tiene capacidad para recibir buques de 14 metros de calado y 80,000 toneladas de peso muerto (TPM). Sin embargo, tal cantidad de movimiento, tiene un alto riesgo de que ocurra algún accidente que ponga en peligro las costas de Manzanillo, por ejemplo la contaminación del mar debido a derrames.

Como parte de los esfuerzos para tratar de proteger las costas de Manzanillo la Universidad de Colima, a través de la Facultad de Ciencias Marinas (FACIMAR),

emplea un Sistema de Observación Costero (SOC) en la zona marítima de la Bahía de Manzanillo, con el fin de hacer mediciones y análisis de la trayectoria de las corrientes marinas dentro de ese entorno. Este sistema hace uso de una serie de boyas de deriva que se despliegan dentro del área que comprende la bahía para monitorizar el comportamiento de las corrientes marinas en esta zona.

Sin embargo, una de las limitantes que presenta este sistema es el hecho de que sus nodos (cada una de las boyas) no tienen la posibilidad de comunicarse entre sí, y no son conscientes de su entorno ni del resto del sistema, además de que esto implica, que los datos obtenidos no pueden ser analizados en tiempo real, ya que la información que se está monitorizando no se centraliza hasta que las boyas son recolectadas físicamente por el personal de FACIMAR. Finalmente, el SOC solamente está levantando información concerniente a las corrientes marinas, pero es necesario considerar más variables físicas del entorno que contribuyan a mantener las condiciones adecuadas para la conservación de la vida marina. Lo anterior, abre la posibilidad de desarrollar un sistema de monitoreo remoto que pueda ser integrado dentro de los equipos y boyas con las que ya cuenta FACIMAR. Una posible consideración, es la integración de elementos electrónicos que contengan elementos de comunicación. Dada la creciente miniaturización de los componentes electrónicos junto a los avances en las comunicaciones ha permitido el desarrollo de las redes inalámbricas de sensores (WSN, por sus siglas en inglés *Wireless Sensor Networks*), las cuales consisten en un número de pequeños nodos sensores que se comunican de forma inalámbrica [1]. Estos nodos de sensores pueden ser distribuidos en áreas de difícil acceso para el ser humano (como un ambiente marino) pero que no requieren supervisión constante y de esta forma se evita la necesidad de realizar un monitoreo manual.

El proceso del SOC que emplea FACIMAR se describe a continuación:

- Llevar la boya al lugar de monitoreo en lancha por las mañanas.
- Se monitorea con binoculares las boyas a lo largo del día desde la playa.
- Por la tarde se recogen las boyas con lancha.
- Se descargan los datos obtenidos por los sensores en la boya de forma manual y boya por boya.

Si FACIMAR contara con una WSN les permitiría hacer uso de los beneficios de sus nodos, ya que cada uno tiene poder de procesamiento y comunicación. Lo que permitiría que la información obtenida por los sensores se transmita en tiempo real para ser analizada, lo que lleva un ahorro en tiempo y recursos, tanto humanos como económicos.

El presente trabajo describe la propuesta de una arquitectura de software basada en servicios para redes móviles de sensores, aplicada a entornos marinos para ser usados en el SOC de FACIMAR, la cual se pretende sea flexible y modular; que tenga la capacidad de incluir un número mayor de sensores que permitan recolectar una mayor cantidad de valores de variables físicas marítimas, lo que contribuirá al levantamiento oportuno y al procesamiento de información relevante en tiempo real que ayude a prevenir situaciones de riesgo para la Bahía de Manzanillo. En una etapa inicial, cada nodo realizará el monitoreo de los siguientes datos:

- **Temperatura:** Medir la temperatura del mar es de suma importancia, ya que ayuda a predecir ciclones tropicales o huracanes. También es fundamental

para comprender los diferentes tipos de organismos que habitan en él, tales como los peces, crustáceos, algas marinas, entre otros.

- **Salinidad:** La salinidad influye en la distribución de los organismos.
- **Velocidad del viento:** Conocer la velocidad actual del viento que se presenta en el mar ayuda a saber sobre posibles cambios drásticos en el mismo, también es de utilidad en huracanes y tormentas.
- **Latitud y longitud:** Permite conocer la ubicación de cada nodo de la red de sensores para evitar que se salgan de los rangos de ubicación establecidos y no se pierda la boya en la que se instalará.

2 Estado del arte

En el ámbito de la aplicación de redes de sensores y la monitorización de ambientes marinos hay varios grupos de investigación que se encuentran trabajando los diferentes temas relacionados. Por ejemplo, [2] presenta el uso de una WSN para la medición del pH con sensores elásticos de magneto para garantizar la seguridad del agua potable. En [3], se presenta una red de sensores para monitorizar la temperatura y salinidad del agua intentando reducir el costo de investigación marina.

Además, entre algunos de los proyectos de gran relevancia podemos mencionar los siguientes:

CORIE es un sistema observación ambiental y predicción (EOFS) por sus siglas en inglés) para el río Columbia, su objetivo es caracterizar y predecir las corrientes de la parte baja del río, el estuario y la parte cercana al océano usando una red de sensores [4].

El proyecto GLASCSWEB desarrolló tecnología para monitorear el comportamiento de los glaciares usando redes de sensores instaladas en el hielo profundo [5].

3 Metodología

Para cumplir con el objetivo propuesto, este proyecto siguió la siguiente metodología. Primero, se realizó una revisión del estado del arte sobre las aplicaciones desarrolladas en el área de monitoreo remoto de entornos marinos, del cual se reporta un panorama reducido en la sección anterior. Posteriormente se realizó un estudio de necesidades que tiene el SOC de las variables físicas más relevantes a monitorear dentro del entorno marino así como las necesidades de comunicación de la información.

Después se definió un escenario de uso de la plataforma para identificar el área de cobertura y número de boyas de deriva, lo que permitió elegir las tecnologías de comunicación a evaluar, la definición de protocolos y las topologías para la comunicación confiable en el medio marino. Finalmente se desarrolló la propuesta de

arquitectura modular basada en servicios en la nube como propuesta para el SOC de FACIMAR.

4 Arquitectura propuesta

Se propone una arquitectura con tres capas (captura, concentración y aplicación) para asegurar que el sistema funcionará correctamente, tal como se muestra en la Fig. 1:

1. **Captura:** Es la operación completa de WSN donde los nodos utilizados para esta red están enviando los datos obtenidos al nodo central para su posterior concentración en el servidor.
2. **Concentración:** Es la capa que se encargará de clasificar y almacenar la información para ser utilizada posteriormente. Además, mediante esta capa, se puede acceder a los datos recabados anteriormente y controlar la red en la capa de captura.
3. **Aplicación:** Son los servicios ofrecidos por el sistema, aquí se manejan las aplicaciones para monitorear y visualizar la información obtenida.

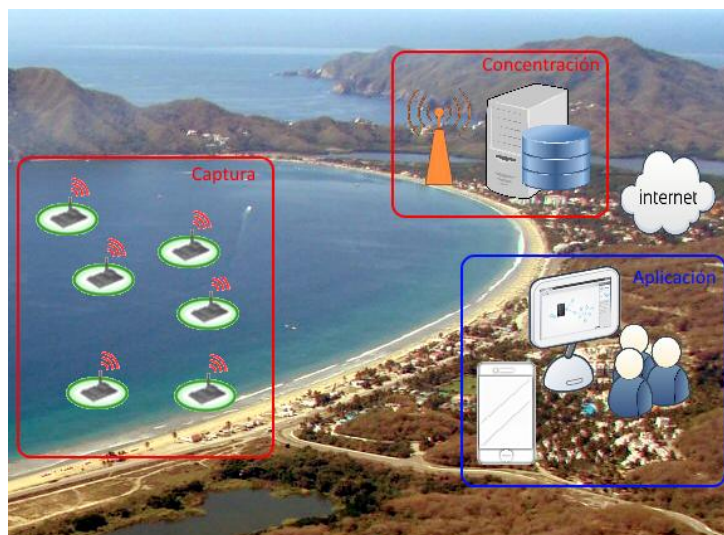


Fig. 1. Arquitectura propuesta.

3.1 Componentes

Los componentes de la arquitectura son: nodos, nodo central y servidor. A continuación se explica cada uno:

4. **Nodo:** Aquí está contenida la funcionalidad del sensado y son cada una de las boyas de la red encargadas de capturar la información del medio marino. Además, este componente cuenta con subcomponentes encargados de realizar distintas tareas para lograr el objetivo de capturar la información:
 - *Lectura de sensor:* En este se obtienen las lecturas medibles del medio ambiente.
 - *Comunicación:* Es el encargado de enviar y recibir la comunicación entre el nodo de sensado y el nodo central, enviando los datos obtenidos en el subcomponente de lectura de datos, además procesa comandos enviados desde el mismo nodo central para modificar su comportamiento.
5. **Nodo central:** Este componente tiene la tarea de interactuar con los nodos de sensado y transmitir la información obtenida en un nivel de abstracción más alto, con esto nos permite una mayor flexibilidad en la programación de las tareas asignadas a cada nodo. Este componente está localizado en una computadora con acceso directo al servidor, de igual manera este contiene subcomponentes encargados de distintas tareas para lograr los requerimientos establecidos:
 - *Control:* Encargado de administrar los nodos de sensado y responsable de iniciar las actividades de los mismos.
 - *Servicios internos:* Permite la interacción entre los nodos de sensado, tales como envío de comandos específicos a cada uno de los nodos.
 - *Comunicación:* Envía todos los datos obtenidos por parte de los nodos de sensado al servidor, donde se almacena y clasifica cada uno de los datos registrados.
6. **Servidor:** Encargado de administrar todos los datos enviados por parte del nodo central y llevar el registro histórico. El registro incluye los nodos de sensado que están en uso, el tipo de datos que se están usando y las lecturas en tiempo real que realizan las boyas desplegadas en el medio marino. Los subcomponentes del servidor son:
 - *Registro histórico:* Este subcomponente guarda cada lectura de sensado obtenidas por parte de los sensores de la red, también registra la información de funcionamiento del sensor.
 - *Controlador:* Prepara el servidor para iniciar la ejecución de actividades
 - *Comunicación:* Junto con el subcomponente de comunicación del nodo central, permite enviar comandos a cada nodo de sensado.
 - *Servicios web:* Provee los servicios web requeridos para mostrar la información al usuario final, por medio de estos se consultan los detalles de cada uno de los nodos de sensado.

5 Resultados

Como resultado de la arquitectura propuesta, se pueden detallar los diferentes servicios basados en la nube con los que contará el SOC de FACIMAR.

El primer momento dentro de la arquitectura es la obtención y transmisión de los datos de los sensores de cada boya, una vez obtenidos estos datos y transmitidos, si no llegan al nodo principal, las boyas cercanas repetirán esta información hasta un límite de 3 veces para evitar así congestionamiento, se repite este caso las veces que sea necesaria entre las boyas siguientes, esto asegura que la información llegue hasta el nodo principal (nodo receptor), este se encargará de recolectar la información de todas las boyas y mandarlo al servidor principal, una vez llegada la información al servidor principal, este almacenará y generará los servicios web que podrán ser utilizados por el cliente final, donde se mostrará la información obtenida por cada boya.

La conexión entre el nodo (boya) y el nodo central se muestra en la Fig. 2. Durante esta etapa se inicializan los nodos de sensado para realizar la conexión y así verificar que la información se esté transmitiendo correctamente.

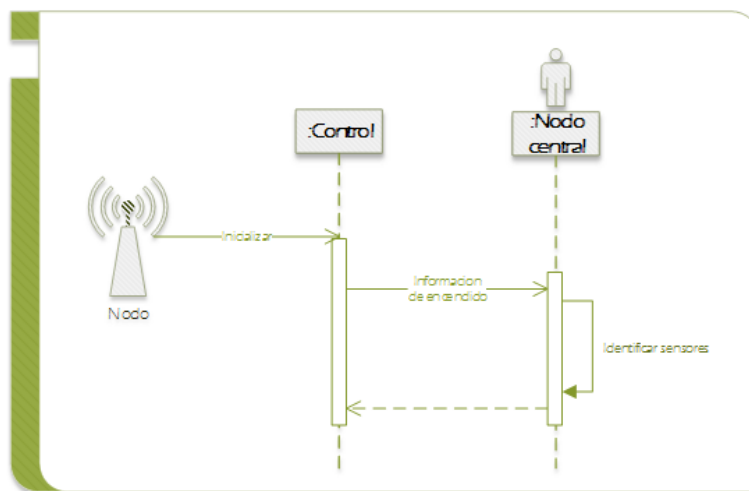


Fig. 2. Conexión entre la boya y el nodo central.

Para obtener la lectura de los sensores dentro del nodo boya, se hace uso del componente *Lectura de sensor* de la capa *Nodo*. El cual accede directamente a los sensores para obtener sus lecturas (ver Fig. 3).

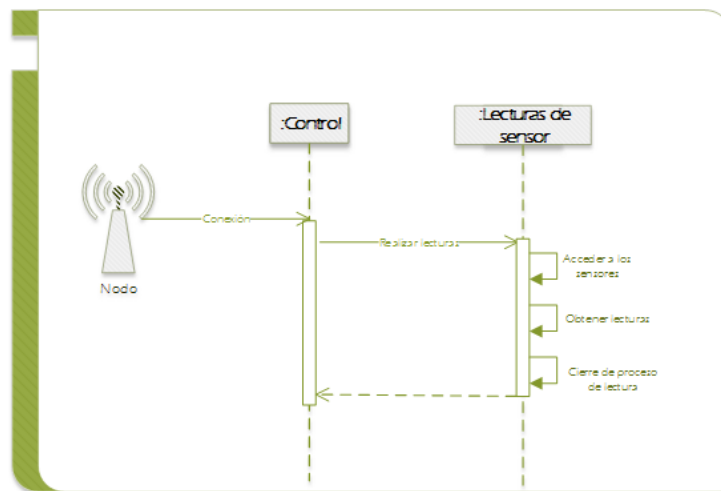


Fig. 3. Lectura de sensores.

La Fig. 4 muestra que la capa *Nodo central* cuenta con el componente *Control* que se encarga de realizar la comunicación con los nodos haciendo uso del componente de *Comunicación*.

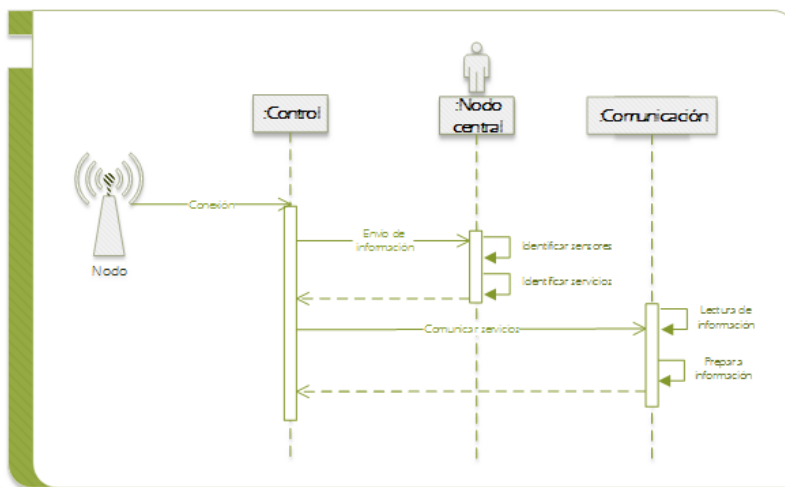


Fig. 4. Transmisión de información entre la boya y el nodo central.

Finalmente en la Fig. 5 podemos observar como el componente de *Comunicación* envía la información a la capa *Servidor*.

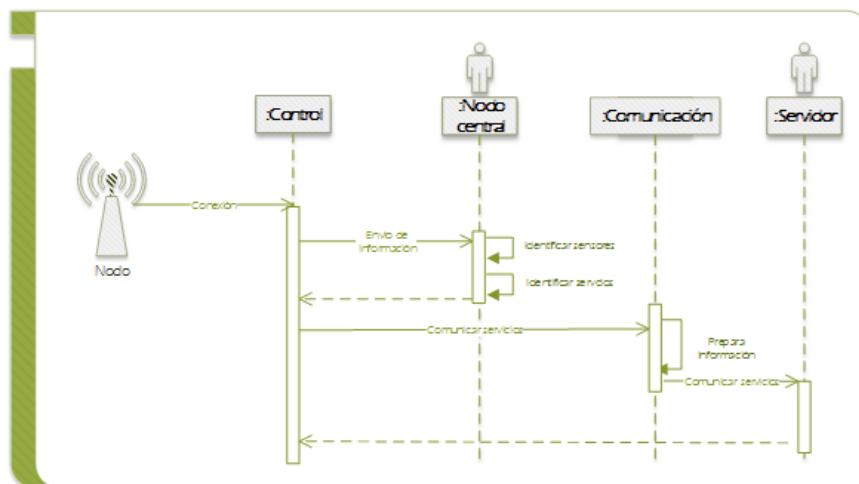


Fig. 5. Transmisión de información hacia el servidor.

5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

Este artículo presenta una propuesta de arquitectura para redes inalámbricas de sensores basada en servicios web alojados en la nube que proporcionan mecanismos de comunicación estándar entre diferentes tipos de aplicaciones y permiten la interoperabilidad entre distintos subsistemas. Un sistema de esta naturaleza es muy útil en un SOC como el desarrollado para FACIMAR ya que contará además del sistema de hardware para sensado de información con el software para visualización de la información obtenida. Con esta arquitectura se pretende dar solución a las limitantes actuales del SOC de FACIMAR, ya que sus nodos no tienen la posibilidad de intercomunicarse ya que no se cuenta con un mecanismo que facilite la comunicación a nodos remotos donde se centralice esta información y por lo tanto, los datos no pueden ser analizados en tiempo real.

Como trabajo futuro se encuentra el desarrollo del software para visualización de los datos recolectados en las boyas a generar información que posteriormente será de gran utilidad para determinar las áreas de afectación en la Bahía de Manzanillo en caso de algún desastre. Pero de forma diaria sería posible obtener patrones de corrientes, temperaturas, salinidad, velocidad del viento y latitud y longitud entre otras variables que ayuden a monitorear de forma constante la trayectoria de partículas suspendidas como pueden ser el plancton (base de la cadena trófica en el océano), sedimentos en suspensión y cualquier tipo de contaminante vertido a la bahía. Finalmente se diseñarán

diversos experimentos para evaluar el funcionamiento de las tecnologías y aplicaciones de la plataforma en escenarios reales.

Agradecimientos. Este proyecto fue parcialmente financiado por PRODEP por medio del proyecto “*Redes de Sensores para Monitoreo Remoto de Variables Físicas en Ambientes Marinos*” de la convocatoria “*PRODEP 2015 de Integración de Redes Temáticas de Colaboración*”.

Referencias

- [1] Chawla, H., (2014) “Some issues and challenges of Wireless Sensor Networks”, International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering 4(7), pp. 236-239.
- [2] Ong, K. G., Yang, X., Mukherjee, N., Wang, H., Surender, S., y Grimes, C. A. (2004). A Wireless Sensor Network for Long-term Monitoring of Aquatic Environments: Design and Implementation . Sensor Letters , 2 (1), 48-57.
- [3] Dunkels, A., Marie Feeney, L., Grönvall, B., y Voigt, T. (2004). An integrated approach to developing sensor network solutions . In Proceedings of the 2nd International Workshop on Sensor and Actor Network Protocols and Applications (SANPA'04).
- [4] Dang, T., Frolov, S., Bulusu, N. y Baptista, A. (2007). Near optimal sensor selection in the Columbia river (CORIE) observation network for data assimilation using genetic algorithms. In Proceedings of the 3rd IEEE DCOSS'07. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 253-266.
- [5] Martinez, Kirk, Basford, Philip J., De Jager, Dirk y Hart, Jane K. (2012) A wireless sensor network system deployment for detecting stick slip motion in glaciers. In, IET International conference on Wireless Sensor Systems 2012, London, GB, 18 – 19.

Guía de diseño para mejorar la aprendibilidad de indicaciones auditivas

Teresita de Jesús Álvarez Robles¹, Francisco Javier Álvarez Rodríguez², Edgard Benítez-Guerrero³

^{1, 3} Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana, Av. Xalapa esq. Manuel Ávila Camacho s/n, Col. Obrero Campesina, Xalapa, Ver., 91020. Xalapa, Veracruz, México.

¹zS16017368@uv.mx, ³edbenitez@uv.mx

² Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad, Col., Aguascalientes, Ags.. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
²fjalvar@correo.uaa.mx

Resumen.

Existen guías de diseño enfocadas a aplicaciones ya sea de escritorio o dispositivos móviles en general; sin embargo, dichas guías no cubren las características necesarias cuando se trata de adaptar una aplicación para una persona con algún tipo de discapacidad. En algunos casos, además se presentan dificultades al intentar aprender a usar las aplicaciones, razón por la cual se ha empezado a trabajar en mejorarlas o hacer nuevas propuestas. El propósito de este trabajo es entregar una guía que sirva de apoyo para desarrollar aplicaciones de asistencia en dispositivos móviles que hagan uso de realidad aumentada para usuarios ciegos, la cual se enfoca en mejorar la aprendibilidad de lo que el usuario escucha. Se presenta una propuesta de la guía y de las actividades realizadas con usuarios, los cuales se incluyeron desde el inicio en el desarrollo del proyecto para obtener una guía útil y con su uso lograr que los mensajes sean fáciles de seguir y aprender.

Palabras Clave: Guías de diseño, Learnability, O&M, IHC, DCU, Realidad Aumentada.

1 Introducción

Existen varios estudios que se han realizado sobre la aprendibilidad (Learnability), (Ziefle, 2002), (Paymans, Lindenberg, & Neerinx, 2004), (Broll, Keck, Holleis, & Butz, 2009), (Leung, 2009); sin embargo, aún existen pocas investigaciones que expliquen cómo la aprendibilidad debe ser definida, medida y evaluada,

particularmente en el ámbito de las aplicaciones móviles que hacen uso de la Realidad Aumentada (RA) y que se centran específicamente en usuarios ciegos.

En (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009), se menciona que existen dos usos comunes del término "aprendibilidad" también conocido como "*learnability*". El primero describe la capacidad de los usuarios para que los mismos puedan realizar tareas por inercia o de "primer instinto" (Sauro, 2013).

Nielsen considera que la aprendibilidad forma parte de la usabilidad (*Usability*), y describe a la misma como un sistema que debe ser fácil de aprender, así el usuario podrá rápidamente realizar algunos trabajos del sistema de manera correcta (Nielsen, 1994).

La segunda definición según (Sauro, 2013) es la facilidad de uso con el tiempo. Básicamente, el rendimiento de las tareas, el cual también es medido con las métricas de usabilidad básicas y mejora después de varias "pruebas".

En pocas palabras, un sistema que sea fácil de aprender debe ser aquel que reduzca el tiempo que le tome al usuario para completar una tarea, de esta manera se podrá determinar la usabilidad del mismo al estar ligadas.

Cabe mencionar que, en nuestro caso de estudio, la información que recibirán los usuarios será por medio de audio, esto debido a que con base en la literatura y los trabajos realizados enfocados en usuarios ciegos, resulta ser el mejor medio por el cual el usuario recibe la información de manera que la interpretación para el mismo es fácil y si se proporciona de manera correcta el usuario no se ve saturado de información innecesaria. Lo que se pretende lograr, entonces, es que la aplicación a realizar retroalimente al usuario con la información necesaria para que, conforme al uso, el usuario pueda aprender y tener consciencia del lugar en el que se encuentra.

En los siguientes apartados se realiza un breve análisis de algunas propuestas de guías de diseño enfocadas a aplicaciones en general y, a su vez, se aborda el concepto de orientación y movilidad (O&M) de una persona ciega y las guías que existen en el desplazamiento de los mismos en lugares abiertos.

Posteriormente, se realizan las pruebas necesarias haciendo uso de la guía propuesta para evaluar si es adecuada o no, se describen los resultados obtenidos de las pruebas

mencionadas y, por último, en las conclusiones se justifica si la guía propuesta facilita al usuario ciego el recordar, aprender los mensajes recibidos y por consiguiente saber si el trabajo es útil o no.

2 Propuesta de guía de diseño

2.1 Guía de diseño

En algunos trabajos se han adaptado las guías de diseño para aplicaciones de escritorio y se han adecuado las mismas para aplicaciones en dispositivos móviles como es el caso de (Gong & Tarasewich, 2004). En su trabajo se toman las ocho reglas de oro del diseño de interfaces de Shneiderman (1968) y se hace mención a la utilización de la mitad de las mismas, ya que estas pueden ser usadas para el diseño de interfaces en dispositivos móviles sin cambios explícitos.

De estas guías de diseño, las que se modificaron en el trabajo de (Gong & Tarasewich, 2004) fueron las cuatro últimas (Consistencia, Fácil reversión de las acciones, Prevención de errores y errores simples, y Reducir la carga de memoria), y se agregaron seis más (Diseño para contextos múltiples y dinámicos, Diseño para dispositivos pequeños, Diseño para atención limitada, Diseño para interacciones "arriba-abajo", Permitir la personalización y Diseño divertido). Como resultado se obtuvo una guía que puede ser utilizada para el desarrollo de interfaces de aplicaciones para dispositivos móviles. Sin embargo, aún no se hace mención del uso de audio y su adaptabilidad en las interfaces centradas en los usuarios.

Existen proyectos que trabajan con dispositivos móviles y RA, como es el caso de (Henrysson, Billinghurst, & Ollila, 2005), el cual propone un juego donde la retroalimentación tanto visual como de audio son muy importantes. En (Thomas, y otros, 2000) trabajan con *ARQuake*, cuya propuesta es poder transportar su juego a un ambiente de RA haciendo uso de marcadores tanto para exteriores como interiores; sin embargo en ese trabajo al hacer uso del GPS, se presenta un error de <50m en la ubicación; por lo tanto, se sugiere el uso de marcadores para el seguimiento en áreas extensas, por ejemplo, en entornos de prueba como un campus.

Como éstos, existen otros trabajos enfocados en guías de diseño para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles y algunas guías que se tienen en la actualidad son las propuestas por (Android, 2009), Apple (Inc., 2014), (BlackBerry, 2015) y (Windows, 2015). Cabe destacar que, a pesar de ser guías para aplicaciones "generales"

en dispositivos móviles, existen algunos puntos que pueden ser adaptados a casos de RA en aplicaciones enfocadas principalmente a usuarios ciegos.

2.2 Orientación y movilidad

Para asegurarnos que la propuesta a realizar en este trabajo sea la correcta, debemos entender cómo el usuario percibe el concepto de O&M.

En el ámbito de las personas ciegas la "orientación" se define como el conocimiento de la posición física de la persona en relación con los objetos que se encuentran en el medio. Por otra parte, la "movilidad", se define como la habilidad que tienen para moverse de una posición a otra dentro de su medio ambiente.

Para apoyar al usuario en estos procesos de O&M están los puntos de referencia y de información. Los puntos de referencia son cualquier objeto, sonido, olor o indicador táctil que sea **único, permanente** y de **localización accesible**; por otro lado, un punto de información es cualquier estímulo auditivo, táctil, kinestésico, visual u olfativo que pueda dar al usuario información útil para orientarse, pero que no cumpla alguna de las tres características descritas del punto de referencia.

También es necesario que el usuario sea capaz de comprender la **reversibilidad** del proceso, es decir, que sepa el camino de vuelta (Educativa, 2014).

De esta manera y tomando como referencia las guías de diseño que existen y los conceptos que son útiles para un usuario ciego, nuestro objetivo es proponer una guía de diseño la cual se pueda aplicar a una aplicación de asistencia móvil haciendo uso de RA.

2.3 Guía propuesta

Se propone la siguiente guía de diseño para aplicaciones móviles que hagan uso de realidad aumentada y que estén centradas en personas ciegas.

1. La aplicación deberá estar situada dentro de una infraestructura en específico (realización de recorridos *indoor*).
2. La retroalimentación hacia el usuario será determinada por la posición y la orientación del usuario con respecto al marcador en el entorno real.
3. La información relevante será enviada al usuario, haciendo uso de RA a través de audio, es decir, cuando se identifique un marcador, éste devolverá la información correspondiente a través del dispositivo móvil.
4. La interfaz del usuario hará uso de la cámara del dispositivo móvil con el propósito de localizar los marcadores para así poder retroalimentar al usuario por medio del audio.
5. Se debe buscar la **consistencia** en situaciones similares; se debe utilizar una terminología idéntica en los audios (Shneiderman, 1968).
6. Mantener un mismo tipo de voz y género, en todos los audios que conformen un recorrido dentro de una institución.
7. Manejar claridad al dar la instrucción al usuario, así como manejar pausas en caso de ser necesarias.
8. Ofrecer retroalimentación informativa, es decir, cada que se detecte un marcador se debe reproducir un tono en específico al inicio y final del mismo como identificación de la acción respectivamente.
9. Reducir la carga de memoria, es decir, se debe manejar un número estándar de instrucciones, las cuales deben ser concisas sin llegar a saturar al usuario de información innecesaria, independientemente si el usuario es experto o no (tomando en cuenta la capacidad de memoria de un usuario ciego de nacimiento y uno adquirido) (Shneiderman, 1968).
10. Las instrucciones deben estar dadas en términos de las "técnicas de reloj".

La guía propuesta hace uso de algunas recomendaciones hechas por Shneiderman pero enfocadas a cubrir las necesidades del usuario ciego. Con esto, se espera que el usuario se pueda movilizar de forma segura e independiente y sepa desplazarse con la aplicación resultante y uso correcto del bastón; en el caso tecnológico, se espera que siguiendo esta guía propuesta, la aplicación sea útil, fácil de usar y que los audios principalmente sean fáciles de aprender y entender y que la información dada, proporcione los puntos relevantes que espera un usuario ciego.

3 Pruebas Apresto y de Evaluación

3.1 Perfil del Usuario

Debe quedar claro que los usuarios que harán uso de la aplicación deben ser totalmente ciegos y cubrir las siguientes características:

- Usuario ciego, ya sea de nacimiento o adquirido.

- Edad comprendida entre los 17 y los 70+.
- Conocimientos básicos de orientación y movilidad.
- Tener conocimiento de las técnicas de reloj.
- Hacer uso del bastón blanco.
- Manejo de dispositivo móvil.
- Contemplar que no tenga ningún tipo de problema auditivo.
- Sin discapacidad motriz.

Para llevar a cabo las tareas se utilizó un grupo experimental, en donde el total de la muestra estaba constituido por cinco personas.

Todos los participantes son ciegos (ver Tabla 1). Cabe mencionar que en (Lowdermilk, 2013) se menciona que Jakob Nielsen opina que se pueden conseguir los mejores resultados con un mínimo de cinco usuarios.

Tabla1. Datos generales de los participantes que forman parte del grupo experimental

Caso	Sexo	Edad	Grado de visión
1	M	30	Ciego Total. Adquirido.
2	M	20	Ciego Total. Adquirido.
3	F	22	Ciego Total. Congénito.
4	M	44	Ciego Total. Congénito.
5	F	43	Ciego Total. Congénito.

Además, afirma que la mayoría de los errores de usabilidad son descubiertos por los primeros cinco usuarios, después de éstos, es poco lo que se aprende. Por lo tanto, el estudio de más de cinco usuarios no agrega un valor adicional. En todo caso hace que el estudio sea más complejo y difícil de manejar (Lowdermilk, 2013).

3.2 Prueba Apresto con base en el audio siguiendo la guía de diseño propuesta

3.2.1 Pruebas Apresto

Estas se refieren a las tareas que debe realizar el usuario para poder hacer uso de la aplicación. Con el fin de que el usuario entienda los conceptos básicos que se utilizarán al ser retroalimentado por la aplicación, principalmente se trabajan aspectos de Habilidades Cognitivas de Navegación.

Entendimiento de las instrucciones. Los usuarios utilizando la aplicación deben escuchar los audios propuestos. Al finalizar, se les realiza una serie de preguntas con la finalidad de saber si se cubren o no sus necesidades con respecto a la información proporcionada.

Recorriendo un entorno real. Cada usuario hará uso del dispositivo móvil al inicio del recorrido, ofreciéndole de manera breve las instrucciones necesarias. Se debe observar cada detalle del recorrido realizado por el usuario y registrar la información. Una vez que llega al punto de destino, se le aplica otro instrumento de evaluación acerca de su experiencia con el dispositivo móvil en el entorno real.

3.2.2 Métricas de evaluación

Se siguieron los instrumentos mostrados a continuación con el objetivo de poder evaluar las actividades realizadas por los usuarios con discapacidad visual:

Evaluación del mensaje. Se definieron 5 aspectos considerados importantes al momento de analizar la información proporcionada a los usuarios. Estos aspectos se deben tomar en cuenta ya que son un punto fundamental para poder evaluar el mensaje que se les proporciona al hacer uso de la aplicación en cuanto a su contenido, siguiendo la guía propuesta.

Métricas de usabilidad y de tareas. Se utilizaron las métricas de usabilidad y de tareas propuestas en (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009) para evaluar los problemas que presentan los usuarios ciegos al momento de trasladarse haciendo uso de la propuesta.

3.3 Procedimiento

El *software* utilizado para llevar a cabo las practicas fue embebido en un dispositivo móvil el cual hace uso de la cámara del mismo para identificar los marcadores que se encuentran en el recorrido del lugar, para proporcionar el audio correspondiente una vez que reconoce el marcador haciendo uso de RA en el entorno real.

Cada uno de los puntos mencionados en las métricas de evaluación, se realizaron en dos etapas: la primera se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y en el DIF Municipal de Aguascalientes, mientras que la segunda se dividió en dos partes, la primera parte consistió en llevar a cabo las instrucciones que escuchaba el usuario en un entorno indistinto y la segunda

parte en realizar el recorrido en el entorno real. Las rutas que podían seguir fueron seleccionadas para los usuarios ciegos dentro de las instalaciones de la UAA comenzando por la entrada oriente de la institución, ver Figura 1.



Figura 1. Usuarios recorriendo el entorno real del caso de estudio

Las pruebas, al inicio, se llevaron a cabo en un entorno indistinto para visualizar la reacción de los usuarios con respecto al audio recibido y posteriormente se realizó la prueba en el entorno real. En el caso de que el usuario ciego no supiera las técnicas de reloj se especificaba una actividad de apresto para una mejor comprensión de la actividad a realizar.

De esta manera, se realizaron las actividades en el entorno real, donde los usuarios realizaron las actividades tratando de lograr un objetivo en específico, siendo éste el llegar a un punto dado al inicio del recorrido dentro de la UAA.

Las pruebas se realizaron enfocadas a la aprendibilidad de los mensajes con el objetivo de que las propuestas realizadas con base en la guía sean usables para el usuario ciego sin sobrecargarlos de información.

4 Resultados

Para evaluar el mensaje de la aplicación realizada con base en la guía propuesta se tomaron en cuenta 5 aspectos considerados en (Rojas, 1990) en donde se evalúan la claridad del mensaje, la facilidad de seguir las indicaciones y de recordarlas, el apoyo que brindan las mismas y la facilidad de reconocimiento del mismo. Se llevó a cabo

una evaluación para cada uno de estos aspectos en donde se obtuvieron los resultados esperados por parte de los usuarios, los cuales hicieron algunos comentarios. Sin embargo, los audios que siguen las características de la guía son aceptables para los usuarios.

En la evaluación general de los mensajes, la opción "todos los casos" fue elegida por el 80% de los usuarios, esto quiere decir que los audios presentados retroalimentan al usuario correctamente. En cuanto al porcentaje restante, se tomarán en cuenta los comentarios de los usuarios para mejorar los mensajes.

En general se observó que de manera individual las personas que tuvieron algún problema para entender el mensaje fueron aquellas que adquirieron la discapacidad y por lo tanto, no están del todo relacionadas con aspectos como las técnicas de reloj. Por otra parte, las métricas que se utilizaron, fueron las propuestas en (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009), las cuales están basadas en el desempeño de la tarea.

Tabla 2. Métricas de tareas: Métricas basadas en el desempeño de las tareas

	Cantidad de usuarios	Porcentaje
T1. Porcentaje de usuarios que completaron la tarea de manera óptima	5	100%
T2. Porcentaje de usuarios que completaron la tarea sin ninguna ayuda	3	60%
T3. Capacidad para realizar tareas de manera óptima después de un determinado tiempo	4	80%
T4. Disminución de errores de tareas realizadas en un periodo de tiempo	4	80%
T5. Tiempo hasta que el usuario logra completar una tarea con éxito	5	100%
T6. Calidad del trabajo realizado durante una tarea	4	80%

En la Tabla 2 se puede observar que, en la primera tarea, el 100% de los usuarios lograron completarla, es decir, llegar al destino especificado en un comienzo. En la segunda tarea, los usuarios con ceguera adquirida presentaron algunas dificultades en el traslado, y fue necesario indicarles algún punto de referencia para que pudieran retomar su camino.

Una vez que se encontraban inmersos en llegar a un lugar en específico, la mayoría de ellos (80%) fue mejorando sus propias técnicas. En cuanto al tiempo que tardaron en completar la tarea, fue menor al hacer uso de los marcadores ya que comentaban que al no tener indicaciones previas o un apoyo como el brindado, el encontrar el lugar que se les había indicado les hubiese llevado bastante tiempo tomando en cuenta que en el camino tampoco existen muchas personas a quienes se les pueda solicitar apoyo, y en cuanto a la calidad del trabajo realizado, se vio que el usuario siguiera las indicaciones previas al uso de la aplicación ya en el entorno real, en donde sólo una persona se desorientó al equivocarse al seguir una indicación debido a que el trayecto se le hizo un poco extenso.

5 Discusión de los Resultados

A pesar de existir trabajos enfocados en dispositivos móviles y en algunos casos en RA, con base en la literatura investigada se observa que son pocos o nulos los trabajos que estén enfocados a usuarios con discapacidad visual.

Al hacer uso de los aspectos considerados por (Rojas, 1990) para la evaluación de los mensajes proporcionados a los usuarios y del uso de las métricas propuestas por (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009), se logra observar que la aplicación realizada con base en la guía propuesta proporciona mensajes que son fáciles de recordar y se logra un aporte el cual permite a los desarrolladores lograr aplicaciones que sean usables y fáciles de aprender y recordar para el usuario ciego, debido a que se involucran aspectos de RA, O&M, usuarios ciegos y dispositivos móviles.

Sin embargo, aún se deben de realizar mejoras con base en los comentarios de los usuarios ciegos, para obtener mejores resultados al momento de realizar las tareas en los espacios establecidos. Cabe mencionar, que no existe una comparación como tal con trabajos previos debido a que los mismos trabajan con usuarios normovisuales y las comparaciones podrían no ser adecuadas tomando en cuenta que para este caso nos centramos en usuarios ciegos.

6 Conclusiones

En este trabajo se introdujo la propuesta de una guía de diseño para el desarrollo de aplicaciones móviles que hacen uso de RA y favorecen la aprendibilidad de indicaciones auditivas con el propósito de apoyar al usuario ciego en aspectos de O&M dentro de un espacio en específico.

Las técnicas de reloj empleadas en los audios proporcionados a los usuarios fueron fácilmente aceptados por los mismos. Cabe mencionar que, en el caso de los usuarios con ceguera adquirida, fue necesario introducirlos brevemente para que lograran comprender las instrucciones, y se realizaron pruebas apresto con los usuarios para concientizarlos más en el aspecto de las técnicas de reloj.

En general, los usuarios ciegos, no necesitaron de apoyo extra para poder utilizar la herramienta y en cuanto al aprendizaje de los audios se observó que los mismos fueron de gran ayuda para poder representar el recorrido mentalmente en un entorno tanto de prueba como en el entorno real.

Una vez puesta en práctica la guía con base en la aplicación propuesta, se obtuvieron resultados favorables con base en las evaluaciones realizadas. De esta manera se abre una nueva posibilidad de estar seguros que las instrucciones dadas en un *Software* de este tipo a usuarios ciegos serán entendibles y fáciles de seguir para los mismos.

Finalmente, a futuro se pretenden realizar más tareas con los usuarios y el uso de la propuesta, con el propósito de ir aumentando o modificando puntos a la guía para lograr la aprendibilidad de las mismas en usuarios ciegos. Con esto se busca ofrecer al usuario un mejor apoyo para poder trasladarse dentro de una institución siendo conscientes de que las indicaciones dadas cubren sus necesidades y por lo tanto son fáciles de aprender dando como resultado un *Software* usable para el mismo.

Agradecimientos

El primer autor agradece el apoyo por parte de CONACYT para la realización de sus estudios de posgrado. Se agradece el apoyo a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por prestar sus instalaciones para poder realizar las pruebas.

7 Referencias

- Android. (2009). *Developers*. Obtenido de <https://developer.android.com/design/get-started/principles.html>
- BlackBerry. (Febrero de 2015). *BlackBerry Developers*. Obtenido de <http://developer.blackberry.com/design/bb10/>
- Broll, G., Keck, S., Holleis, P., & Butz, A. (2009). Improving the accessibility of NFC/RFID-based mobile interaction through learnability and guidance. *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (pág. 37). ACM.
- Educativa, I. d. (18 de 04 de 2014). *Educación Inclusiva*. Obtenido de http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_6/m6_toma_direccion.htm
- Gong, J., & Tarasewich, P. (2004). Guidelines for Handheld Mobile Device Interface Design. *Proceedings of DSI 2004 Annual Meeting* (págs. 3751-3756). Citeseer.
- Grossman, T., Fitzmaurice, G., & Attar, R. (2009). A survey of software learnability: metrics, methodologies and guidelines. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 649-658). ACM.
- Henrysson, A., Billingham, M., & Ollila, M. (2005). Face to Face Collaborative AR on Mobile Phones. *Mixed and Augmented Reality 2005. Proceedings. Fourth IEEE and ACM International Symposium on* (págs. 80-89). IEEE.
- Inc., A. (2014). *iOS Human Interface Guidelines*. Apple Inc.
- Leung, R. (2009). Improving the learnability of mobile device applications for older adults. *CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (págs. 3125-3128). ACM.
- Lowdermilk, T. (2013). *User-Centered Design: A Developer's Guide to Building User-Friendly Applications*. O'Reilly Media, Inc.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- Paymans, T., Lindenberg, J., & Neerinx, M. (2004). Usability trade-offs for adaptive user interfaces: ease of use and learnability. *Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces* (págs. 301-303). ACM.
- Rojas, R. (1990). *Redacción comercial estructurada*.
- Sauro, J. (April de 2013). *How to Measure Learnability*. Obtenido de Measuring U: <http://www.measuringu.com/blog/measure-learnability.php>
- Shneiderman, B. (1968). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson Education India.
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M., & Piekarski, W. (2000). ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person. *In Wearable Computers, The Fourth International Symposium on* (págs. 139-146). IEEE.
- Windows. (Febrero de 2015). *Windows*. Centro de desarrollo. Obtenido de <https://dev.windows.com/es-es/>
- Ziefle, M. (2002). The influence of user expertise and phone complexity on performance, ease of use and learnability of different mobile phones. *Behaviour & Information Technology*, 21, págs. 303-311.

Aplicación móvil para contribuir a la prevención de enfermedades cardiovascular

Cuitláhuac Alamilla Cintora, Daniel Alejandro Munguía Sánchez y Gloria Martínez
Martín.

calamilla@utvm.edu.mx, 7721448071

Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital Carretera Ixmiquilpan-Cápula Km.
4, Col. El Nith, Ixmiquilpan, Hgo. C.P. 42300.

Resumen. El presente documento propone una aplicación móvil que permita medir la frecuencia cardíaca y emitir alarmas al presentar inestabilidad en el pulso a través de tecnologías Smart para contribuir a la prevención de las patologías cardiovasculares (ECV). Al realizar una entrevista con el Dr. Gustavo Barrera, Director del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) ubicado en Ixmiquilpan, Hidalgo, indica que se ha detectado que la fibrilación auricular (FA) es una patología muy común que se presenta en los pacientes. Tomando como referencia la FA, que es una afección común que se presenta cuando las partes superiores del corazón fibrilan o “tiemblan”, generando un ritmo cardíaco rápido o/e irregular, puesto que la frecuencia normal de un adulto se encuentra entre 60 y 100 latidos por minuto (lpm) (Pinheiro, 2016). Cuando el corazón está en FA, la aurícula puede tener de 300lpm a más. (society, 2005).

Palabras clave: Frecuencia cardíaca, aplicación móvil, tiempo real, enfermedades cardiovasculares, fibrilación auricular.

Introducción

Algunas personas pueden llevar una vida sana y aun así no presentar problemas médicos, pero pueden desarrollar una ECV, en el caso de una FA puede o no tener algunos tipos de síntomas tales como son; aumento del pulso cardíaco, falta de aire, fatigación, entre otros, sin darse cuenta que está presentando una patología de tipo ECV; esto ocasiona que los pacientes se auto mediquen y no acudan rápidamente a recibir atención médica, dado que los efectos secundarios pueden ser potencialmente letales, considerando que se reduce la circulación de la sangre a los ventrículos del corazón lo cual aumenta el riesgo de desarrollar coágulos sanguíneos, estos podrían generar un ataque cerebral (ACV), un ataque al corazón o incluso producir una insuficiencia cardíaca.

Teniendo en cuenta que en México, según las cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) las ECV constituyen un problema de salud pública, al igual que ocurre en

otros países del mundo; puesto que las enfermedades del corazón constituyen la primera causa de muerte, en México anualmente ocurren cerca de 70,000 defunciones por este motivo, de las cuales 26,000 son causadas por enfermedades cerebrovasculares y se presentan 44,000 muertes por enfermedad isquémica del corazón siendo 24,102 hombres y 19,965 mujeres (Secretaría de salud, 2001).

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO) en el año 2012 se registraron aproximadamente 2,600 defunciones anuales causadas por ECV de las cuales el 30% fue ocasionado por un ACV y el 70% por enfermedades isquémicas del corazón en el Estado de Hidalgo. Por lo que respecta a los ACV, la FA eleva de tres a seis veces los riesgos de sufrirlo y uno de cada cinco ACV que se presentan se debe a FA, la edad aumenta el riesgo de padecerla. Esta patología involucra a las personas que se tienen 30 años en adelante (Consejo Nación de Población , 2012).

En el Estado de Hidalgo existen pacientes que cuentan con los recursos y la tecnología necesaria para poder implementar una alternativa a las necesidades ya presentadas. Es por ello que se propone el desarrollo de una aplicación móvil que pueda analizar el pulso cardíaco de una persona, la cual al detectar una anomalía en la frecuencia cardíaca del paciente la aplicación mandará una notificación de alerta a las personas responsables, también emitirá una alarma que podrá advertir a las personas cercanas a su alrededor, todo esto se llevará a cabo utilizando un sensor de frecuencia, los cuales son utilizados por los relojes inteligentes(Smartwatch) que tiene la particularidad de vincularse y sincronizarse con un Smartphone.

Estado del Arte

Durante la investigación, se ha detectado que en México no hay una tecnología sea capaz de notificar de manera inmediata a las personas responsables del estado de un paciente tomando en cuenta la medición del pulso cardíaco en tiempo real, para poder tratar estos con mayor rapidez y eficiencia. Este proyecto está considerado de alto impacto por los beneficios al sector salud, contribuyendo a la prevención de las patologías cardiovasculares (ECV).

Hoy en día existen dispositivos Smartwach con la tecnología necesaria para poder realizar un monitoreo del pulso cardíaco mediante el sistema de medición de la frecuencia cardíaca que utiliza un sensor óptico, un claro ejemplo que se puede mencionar son los siguientes: el Apple Watch, Huawei Watch, Moto 360, LG Watch Urbane, entre otros, los cuales utilizan un sensor óptico convencional, dando la oportunidad a numerosos desarrolladores independientes de crear aplicaciones que se adapten a estos dispositivos para poder aprovechar estas tecnologías. Actualmente existen aplicaciones relacionadas con este tema, como lo son:

Código infarto: Esta aplicación tiene varias funciones, tales como: informar al paciente sobre cómo identificar los síntomas del infarto, guía de cómo actuar y cómo contactar a la institución de salud más cercana. Además, explica que hacer durante los

minutos previos a recibir la atención médica, muestra la ruta al hospital más cercano y contacta al servicio de urgencias del mismo. (Merlo, 2015).

Heart rates, Pulso metro, Ritmo cardiaco: Estas 3 aplicaciones utilizan la cámara integrada de un Smartphone que rastrean los cambios de color en las puntas de los dedos que están directamente relacionado con el pulso cardiaco.

iCare Monitor de la salud: Esta aplicación recoge la señal de onda del pulso estable por el fotoeléctrico, obtiene la frecuencia cardiaca, la presión arterial, los lípidos en sangre, el oxígeno en la sangre y otros parámetros.

Todas estas aplicaciones cuentan con el sistema de medición de frecuencia cardiaca, el cual utilizan la cámara del Smartphone, no tienen un monitoreo en tiempo real del paciente, el usuario tiene que estar tomando una o varias mediciones para obtener resultados, esta medición es un poco incomoda ya que se deben colocar los dedos directamente a la cámara con el flash encendido, esto ocasiona que el led del flash se caliente por ende se sienta una molestia de dolor en la parte que está situada sobre la cámara, a diferencia de la aplicación desarrollada la cual tiene ventaja sobre estas como son el respaldo de la información en tiempo real por las pulsaciones enviadas por el Smartwatch como se muestra en la siguiente tabla, de esta manera se tiene la certeza que se activaran las señales de alarma en relación a los parámetros de riesgo, enviando la señal que pueda activar el procedimiento para atención al paciente.

Aplicación	Informar	Guiar	Toma signos	Manda Señal de Alerta a Medico	Sincronización en tiempo real
Código infarto	X	X			
Heart rates, Pulso metro, Ritmo cardiaco	X	X	X		
iCare Monitor de la salud	X	X	X		
Aplicación móvil para contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares	X	X	X	X	X

Metodología

En la investigación de este proyecto se está llevando a cabo una metodología de investigación que actúa como una guía descriptiva, especificando las actividades de

una manera metodológica. El modelo que se utiliza es el de Roberto Hernández Sampieri y Carlos Fernández-Collado.

Metodología de desarrollo

También se va a utilizar una metodología de desarrollo ágil como lo es Scrum, esta metodología tendrá la adecuación perfecta ya que se adquiere un enfoque de gestión ágil que provee la administración del proyecto, por ende facilita el flujo de información, tiene como base la idea de creación de ciclos breves “Sprints”, este cuenta con cinco fases que definen el ciclo de desarrollo ágil.

- **Concepto:** Se define de forma general las características del producto. Especulación: En esta fase se hacen disposiciones con la información obtenida y se establecen los límites que marcaran el desarrollo del producto.
- **Exploración:** Se incrementa el producto en el que se añaden las funcionalidades de la fase de especulación.
- **Revisión:** El equipo revisa todo lo que se ha construido y se contrasta con el objetivo deseado.
- **Cierre:** Se entregará en la fecha acordada una aversión del producto deseado, el cierre no indica que se ha finalizado el proyecto, sino que seguirá habiendo cambios, denominados mantenimiento. (Trigas Gallego, 2012)

Resultados experimentales

Se cuenta con el diseño de un prototipo como se muestra en la ilustración 1, en la cual se presenta funcionamiento y la infraestructura necesaria para el desarrollo, la cual contará con una configuración del estado del usuario, ya que el pulso cardiaco tiene una variación dependiendo de la actividad que se está llevando a cabo.



Ilustración 1: Monitoreo

Interfaces

En las ilustraciones 2, 3 y 4, se muestran los diferentes casos de alarmas, las cuales se activarán mediante la detección del pulso cardíaco en tiempo:



Ilustración 2: Estable

Ilustración 3: Intensa

Ilustración 4: Advertencia

Conclusiones

Se ha demostrado que las enfermedades cardiovasculares (ECV), son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos. Según las estimaciones de la OMS, son la principal causa de defunción en todo el mundo 17,5 millones de personas murieron por enfermedades cardiovasculares en 2012.

El aspecto positivo es que el 80% de los infartos de miocardio y de los ACV prematuros son prevenibles, verificando y controlando los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares, como la fibrilación auricular, que es el tipo más común de arritmia causada por un problema en el sistema eléctrico del corazón, que produce un ritmo cardíaco rápido e irregular, esta puede conducir a un riesgo mayor de padecer un ataque cerebral, un ataque al corazón o incluso un fallo cardíaco. Es posible que los pacientes no sean conscientes que su corazón no está latiendo en un patrón normal, por este motivo se propone hacer el uso de las TIC para contribuir la prevención de las ECV, mediante una aplicación que pueda tomar la medición de la frecuencia cardíaca e identificar una alteración en la frecuencia cardíaca y así poder notificar de manera inmediata a las personas responsables del mismo en tiempo real sobre el estado del paciente.

Trabajos futuros

Se tienen grandes expectativas con el presente proyecto, porque tiene el firme propósito de dar una alternativa a las personas y con ello una esperanza de pronta atención y como consecuencia de vida.

Se están revisando el convenio que ya se tiene con el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) para analizar si se anexan lineamientos para efectuar intercambio de información y se realice trabajo colaborativo

con el proyecto entre los presentes autores a través de la Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital y el ISSSTE con la finalidad de que el proyecto se vea fortalecido y pueda apoyar de manera significativa a las personas con dicho padecimiento. Con dicha colaboración se tiene el firme propósito de poder impactar en todas aquellas personas que así lo requieran primeramente con alcance a nivel local, posteriormente a nivel regional, estatal, nacional y hasta internacional.

Referencias

- [1](OMS), O. M. (Septiembre de 2015). who.int. Obtenido de who.int: <http://www.who.int/features/qa/27/es/>
- androidexperto. (s.f.). androidexperto.com. Obtenido de androidexperto.com: <http://www.androidexperto.com/dispositivos-con-android/que-es-sirve-smartwatch/>
- [2]Consejo Nación de Población . (2012). www.conapo.gob.mx. Obtenido de www.conapo.gob.mx: www.conapo.gob.mx/es/
- [3]INEGI. (26 de Mayo de 2016). inegi.org.mx. Obtenido de inegi.org.mx: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo125&s=est&c=23>
- [4]INEGI. (2016). inegi.org.mx. Obtenido de inegi.org.mx: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad>
- [5]Merlo, V. (2015 de Octubre de 2015). holadoctor.com. Obtenido de holadoctor.com: <http://holadoctor.com/es/problemas-cardiacos/c%C3%B3digo-infarto-aplicaci%C3%B3n-m%C3%A9xico>
- [6]Pinheiro, P. (23 de Marzo de 2016). mdsau.de.com. Obtenido de mdsau.de.com: <http://www.mdsau.de.com/es/2016/03/fibrilacion-auricular.html>
- [7]Sánchez, J. (07 de 2015). eluniversal.com.mx. Obtenido de eluniversal.com.mx: <http://www.eluniversal.com.mx/articulo/nacion/sociedad/2015/07/4/aumentan-muertes-por-infarto-al-corazon>
- [8]Secretaría de salud. (2001). Programa de accion contra enfermedades cardiovasculares. Recuperado el 11 de enero de 2016, de [salud.gob.mx: http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/enf_cardiovasculares.pdf](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/documentos/enf_cardiovasculares.pdf)
- [9]society, H. R. (2005). hrsonline.org/. Obtenido de hrsonline.org/: <file:///C:/Users/Daniel/Downloads/AFib%20Patient%20Information%20Guide-Spanish.pdf>
- [10]Trigas Gallego, M. (06 de 2012). www.quimbiotec.gob. Obtenido de www.quimbiotec.gob: <http://www.quimbiotec.gob.ve/sistem/auditoria/pdf/ciudadano/mtrigasTFC0612memoria.pdf>

VIII. Inteligencia Artificial

Control para un convertidor CD-CD basado en redes neuronales

Luz María Moreno Aguilar ¹ y Edgar Peralta Sánchez ²

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 21 Sur 1103, Col. Santiago,
Puebla, Pue, 72410 México

¹luzmaria.moreno@upaep.edu.mx

²edgar.peralta@upaep.mx

Resumen. En este artículo se presenta el análisis, diseño e implementación de un control para un convertidor de corriente directa fija a corriente directa variable (CD-CD). El control fue simulado usando un algoritmo basado en redes neuronales.

Palabras clave: Convertidor CD-CD, Red neuronal, Algoritmo de control.

1 Introducción

Los convertidores CD-CD son dispositivos electrónicos ampliamente utilizados en sistemas de suministro de energía. Se usan para convertir la entrada de corriente directa (CD) no regulada, en una salida de corriente directa controlada en el nivel de voltaje deseado [1].

Los convertidores CD-CD constan de cuatro elementos básicos: bobina, capacitor, diodo y un interruptor controlado, y se pueden dividir en dos tipos principales: convertidores de conmutación por hardware a través de modulación de ancho de pulso (pulse-width modulation PWM), y convertidores resonantes y de conmutación por software [2]. En este artículo se tratará el control para un convertidor del primer grupo.

Las configuraciones básicas de los convertidores CD-CD son tres: Buck (reductor) que decrementa el voltaje de alimentación en la salida, Boost (elevador) incrementa el voltaje de alimentación en la salida y Buck-Boost (elevador-reductor) el cual se considera bidireccional porque realiza ambas acciones. En este caso el convertidor es bidireccional, por lo que es necesario realizar el control del mismo en ambos sentidos.

El objetivo del circuito controlador es regular el voltaje de salida del convertidor. Para tal efecto se actúa sobre el ciclo de trabajo D del interruptor

controlado del convertidor (PWM, por sus siglas en inglés). El ciclo de trabajo puede tomar valores digitales en un intervalo de $[0,1]$.

El controlador actúa sobre el voltaje de alimentación, para reducirlo o elevarlo, según sea el caso. Generalmente, la estrategia de control consiste en comparar un voltaje de referencia con la medición del voltaje de salida del convertidor, la diferencia entre ellos se conoce como error. El error es procesado por el controlador para realizar el ajuste necesario. La salida del controlador es la señal de referencia del interruptor.

La principal dificultad consiste diseñar el controlador debido a que la cantidad de mediciones por segundo que se requiere de la señal de salida del convertidor CD-CD, cuando éste se encuentre operando en forma física, debe ser alta. Por ello, se requiere un controlador por software que permita el procesamiento de los datos a gran velocidad y obtenga resultados también a gran velocidad. Para resolver este problema se utilizan diversas estrategias de solución. Las más eficientes de ellas son las que incluyen el uso de los llamados algoritmos inteligentes, entre los cuales se encuentra las redes neuronales.

El objetivo del proyecto que se reporta en este artículo es crear un control adaptado a las características específicas del convertidor CD-CD en cuestión, a través de la implementación un algoritmo basado en redes neuronales que le permita funcionar de manera adecuada tanto en modo de buck como en modo de boost.

En las siguientes secciones se presenta el análisis, diseño, simulación y resultados de un control basado en redes neuronales para un convertidor CD-CD.

2 Estado del arte

Se revisaron diferentes artículos que reportan trabajos de investigación relacionados con este proyecto. Se mencionan aquí los más relevantes.

En [5] se plantea la simulación diversas estrategias de control para un motor de corriente alterna, que incluyen un controlador PID y tres controladores basados en redes neuronales: un PID clonado, un predictivo y un Narma-L2, comparando su eficiencia de los mismos. En [6] se propone un control tanto para la corriente directa en modo boost como para la corriente alterna. En [7] se plantea un control por redes neuronales, pero la configuración usada fue Narma-L2. En [8] se plantea la simulación de un control neurodifuso para un convertidor que pertenece a un motor DC de 220 V. Finalmente, En [9] se propone la creación de un control para un convertidor DC-DC por medio de redes neuronales usando la topología del perceptrón multicapa y el

algoritmo de entrenamiento de retropropagación. El voltaje al que funciona el convertidor es de 12 V.

3 Metodología para la creación de una red neuronal

Las redes neuronales artificiales pueden ser definidas como modelos computacionales cuya operación está basada en procesamiento paralelo [3]. Múltiples neuronas están interconectadas para formar una red que facilite el cómputo distribuido. A la configuración de las interconexiones se le denomina topología y se denota por un grafo. Las conexiones se realizan por medio de un peso de ajuste o peso sináptico. En la Fig. 1, la notación w_{12} indica el peso sináptico entre las neuronas 1 y 2. Los subíndices se refieren a los números de las neuronas conectadas.

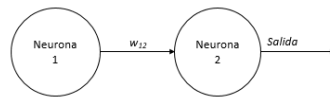


Fig. 1. Conexiones entre neuronas

Una red neuronal es una forma de permitir a un sistema aprender con base en una experiencia previa, por lo que es necesario que, una vez definida la topología de la red, se seleccione un algoritmo de entrenamiento que permita a la red “aprender”. Para esta red se seleccionó el algoritmo de propagación hacia atrás (mejor conocido por su nombre en inglés backpropagation).

3.1 Perceptrón multicapa

El perceptrón multicapa es una variante del modelo de perceptrón original propuesto por Rosenblatt en 1957 [4].

Una red neuronal del modelo perceptrón multicapa consiste de una red de neuronas organizadas en capas, las cuales son “alimentadas hacia atrás” [3]. Está compuesta por dos o más capas de neuronas. A la primera capa se le conoce como capa de entrada, las capas intermedias, que pueden ser una o más se conocen como capas ocultas y la última capa se conoce como capa de salida (Fig. 2).

Cada una de las capas tiene asociada una función de activación no lineal. Algunas de las funciones de activación más frecuentemente usadas son la sigmoideal logarítmica, sigmoideal tangente hiperbólica o lineal.

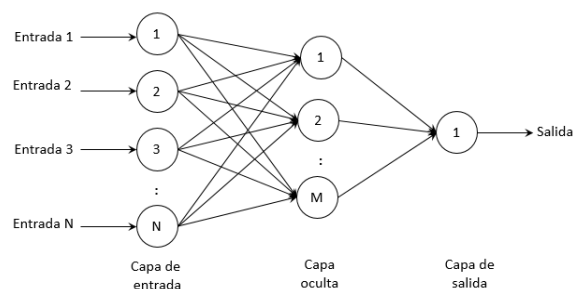


Fig. 2. Red perceptrón multicapa

La red perceptrón multicapa es entrenada mediante el algoritmo de retropropagación, esta es la razón por la que también se conozca como red de retropropagación o red de propagación hacia atrás [4].

3.2 Algoritmo de retropropagación

El aprendizaje de una red neuronal consiste en hallar el conjunto adecuado de pesos sinápticos, para que la red pueda resolver correctamente un problema.

El perceptrón multicapa es una red de aprendizaje supervisado; por tanto, para su entrenamiento necesita un conjunto de pares entrada-salida como ejemplos. Los pesos sinápticos son ajustados de forma que al final del entrenamiento se obtengan las salidas esperadas para cada una de estas entradas de ejemplo.

Los pasos del algoritmo de retropropagación son los siguientes [4]:

1. Se inicializan los valores de los pesos sinápticos de toda la red; por lo general se asignan valores aleatorios.
2. Se presenta el primer ejemplo de entrada a la red, junto con su salida esperada.
3. Se calcula la entrada total de cada neurona de la capa oculta.
4. Se calculan las salidas de la red
5. Se calculan los términos de error para las neuronas de la capa de salida.
6. Se calculan los términos de error para las neuronas de la capa oculta.
7. Se actualizan los pesos sinápticos de las neuronas de la capa de salida.
8. Se actualizan los pesos sinápticos de la capa oculta
9. Se presenta el siguiente ejemplo de entrada a la red, junto con su salida esperada y se regresa al paso 3. Si no existen más ejemplos se calcula el error cuadrático medio de todos los ejemplos.
10. El entrenamiento finaliza cuando el error cuadrático medio de todos los ejemplos, resulta aceptable para el funcionamiento de la red.

3 Desarrollo del sistema de control basado en redes neuronales

Como se mencionó anteriormente, para el funcionamiento adecuado el convertidor se requiere un controlador por software que permita obtener un voltaje constante tanto en modo buck como en modo boost.

El desarrollo del control incluyó las etapas de análisis, diseño, simulación y obtención de resultados. Las siguientes secciones describen cada una de esas etapas.

3.1 Análisis

En la etapa de análisis se determinaron las características generales del sistema de control, así como las del convertidor.

La Fig. 3 muestra la arquitectura general del sistema de control, válida tanto para el modo buck como para el modo boost, donde:

V_i Es el valor alimentación del circuito

V_{ref} Es el valor de referencia

V_o Es el valor de salida del convertidor que va a controlarse

D Es el ciclo de trabajo del convertidor

$e(k)$ Es el error, es decir la diferencia del valor de salida con el valor de referencia

$ce(k)$ Se refiere a la variación existente entre el error actual $e(k)$ y el error del ciclo anterior $e(k-1)$ y se considera la derivada del error

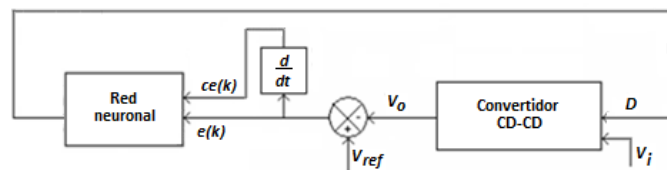


Fig. 3. Arquitectura general del sistema de control

En la Tabla 1 se recopilan las características técnicas del convertidor cuando funciona en modo buck, mientras que en la Tabla 2 se muestran las mismas características, pero para el funcionamiento en modo boost.

Característica	Valores
Intervalo de valores de voltaje de alimentación V_i	[600 - 1000 V]
Voltaje de referencia V_{ref}	375 V
Intervalo de valores del ciclo de trabajo D	[0 - 1]

Tabla 1. Características del convertidor en modo buck

Característica	Valores
Intervalo de valores de voltaje de alimentación V_i	[187.5 - 375 V]
Voltaje de referencia V_{ref}	750 V
Intervalo de valores del ciclo de trabajo D	[0 - 1]

Tabla 2. Características del convertidor en modo boost

3.2 Diseño

Tomando en cuenta las características mencionadas en la sección anterior, se realizó el diseño de las redes neuronales. Las características resultantes del diseño son las siguientes:

1. Para cada uno de los modos de operación del convertidor se creó una red neuronal.
2. La topología de red seleccionada fue la del perceptrón multicapa.
3. La capa de entrada de las redes contiene dos neuronas que representan el error $e(k)$ y el cambio en el error $ce(k)$.
4. El número de neuronas de la capa será el que cree por defecto el sistema usado para la simulación.
5. La capa de salida contiene una sola neurona que representa el cambio en el ciclo de trabajo D .
6. La función de transferencia para la capa oculta será lineal y la función sigmoideal para la capa de salida.
7. En la Tabla 3 se muestran los intervalos de valores tanto para las variables de entrada como para la de salida de la red neuronal para el convertidor funcionando en modo buck, mientras que en la tabla 4 se muestran los intervalos de valores para las mismas variables, para el funcionamiento en modo boost. Estos valores serán usados para el entrenamiento de cada una de las redes.
8. El entrenamiento de las redes se realizará utilizando el algoritmo de retropropagación.

Tipo	Característica	Valores
Entrada	Intervalo de valores del error	[-700 a 400]
Entrada	Intervalo de valores del cambio en el error	[-1000 a 1000]
Salida	Intervalo de valores del cambio del ciclo de trabajo D	[-0.5 a 0.5]

Tabla 3. Intervalos de valores para las variables de entrada y salida de la red para el funcionamiento del convertidor en modo buck

Tipo	Característica	Valores
Entrada	Intervalo de valores del error	[-2250 a 500]
Entrada	Intervalo de valores del cambio en el error	[-2800 a 2800]
Salida	Intervalo de valores del cambio del ciclo de trabajo D	[-0.8 a 0.8]

Tabla 4. Intervalos de valores para las variables de entrada y salida de la red para el funcionamiento del convertidor en modo boost

3.3 Simulación

Con la finalidad de evaluar que el controlador diseñado funciona de manera adecuada, modificando el voltaje de alimentación del convertidor para obtener una salida constante, las redes entrenadas se incluyeron en el sistema completo como una simulación. La simulación se realizó en Matlab/Simulink e incluye también al generador de señales de alimentación y el convertidor CD-CD.

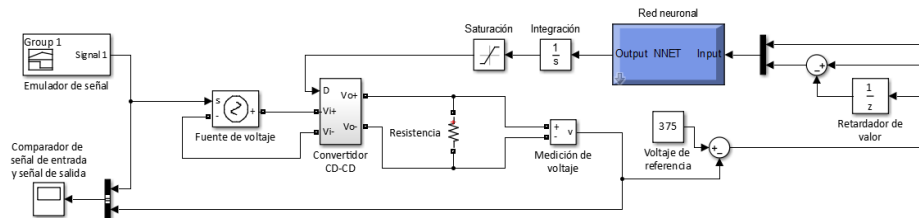


Fig. 4. Modelo del sistema de control funcionando en modo buck

La Fig. 4 muestra el modelo de simulación del circuito completo en modo buck y la Fig. 5, el modelo de simulación del circuito completo en modo boost. Para cada tipo de funcionamiento, el voltaje de referencia es distinto e incluye su propia red neuronal entrenada con los valores definidos en el diseño.

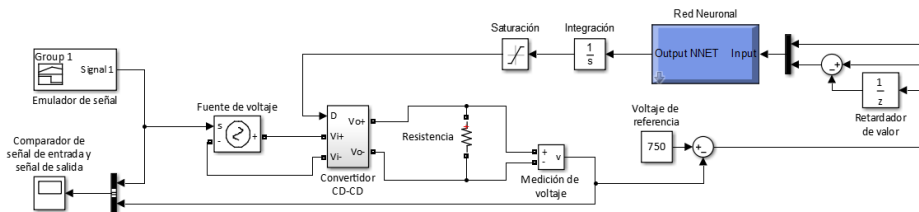


Fig. 5. Modelo del sistema de control funcionando en modo boost

4 Resultados

El controlador funciona para mantener el voltaje de salida a un valor constante (valor de referencia) a pesar de las variaciones del voltaje de alimentación.

La Fig. 6 muestra los resultados de la simulación del circuito en modo buck en un transcurso de tiempo de 20 segundos.

En la gráfica, la señal superior muestra la variación del voltaje de alimentación al convertidor, en un rango que va de los 1000V a los 800V y luego a los 900V. La señal inferior, indica cómo la salida del convertidor se va ajustando y tiende a la estabilización para lograr un voltaje constante de 375 V en un periodo de tiempo corto, lo cual se logra por la ejecución de la red neuronal que calcula el cambio que debe aplicarse al ciclo de trabajo cuando existen variaciones en el voltaje de alimentación.

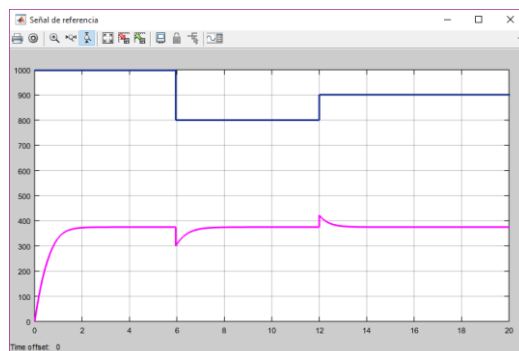


Fig. 6. Resultado de ejecución del control en modo buck operado por la red neuronal

En la Fig. 7 se muestran los resultados de la simulación del circuito para el convertidor CD-CD operando en modo boost. Se puede apreciar la variación en el voltaje de entrada (señal inferior), en un rango que va de 200V a 375V y luego a 250V. Se muestra también cómo el voltaje de salida (señal superior) tiende a la estabilización para lograr una salida constante de 750V que es el valor de referencia.

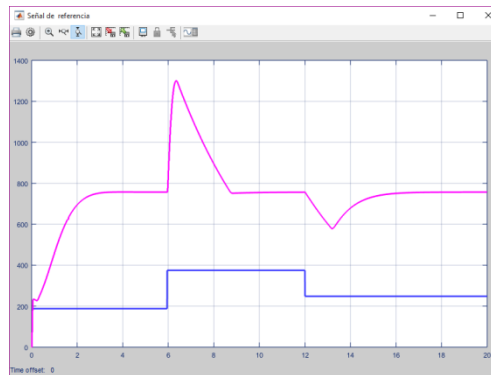


Fig. 7. Resultado de ejecución del control en modo boost operado por la red neuronal

5 Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo se ha presentado el análisis, diseño y simulación de un control para un convertidor CD-CD funcionando tanto en modo buck como en modo boost, por medio de un algoritmo de control basado en redes neuronales.

Con los resultados obtenidos en la simulación del controlador sobre el convertidor se comprobó la efectividad del algoritmo de control para lograr que la señal de salida del convertidor se mantenga a un voltaje determinado por una referencia, a pesar de las variaciones de voltaje de la señal de alimentación del mismo.

El uso de redes neuronales en este trabajo ha demostrado que son una buena estrategia como algoritmo de control.

Como trabajo futuro, se espera la implementación del circuito completo, interactuando con el convertidor físico y observar los resultados del mismo a través de un osciloscopio.

Agradecimientos. Los autores agradecen al fondo mixto CONACYT-Gobierno del D.F. por el apoyo para la realización de este trabajo a través del proyecto “Sistemas de ahorro de energía para los trenes del Metro de la Ciudad de México” con clave 152954.

Referencias

- [1] Mohan, N., Tore, U., Robbins W. P. (2009). Electronica de potencia: convertidores, aplicaciones y diseño (no. Tk7881. 15. M64 2009.).
- [2] Rashid, M. H. (2010). Power electronics handbook: devices, circuits and applications. Academic press.
- [3] Kessal, A.; Rahmani, L.; Mostefai, M.; Gaubert, J. (2012). Power Factor Correction based on Fuzzy Logic Controller with Fixed Switching Frequency, Electronics & Electrical Engineering, Issue 118, p 67.

- [4] Hu, Y. H., & Hwang, J. N. (Eds.). (2001). Handbook of neural network signal processing. CRC press.
- [5] Quintero, C. M., Rodríguez, J. L. D., & García, A. P. (2013). Aplicación de redes neuronales al control de velocidad en motores de corriente alterna. Revista Colombiana de Tecnologías De Avanzada (RCTA), Volumen 2, Número 20, 113-118
- [6] Khaburi, D. A., & Rostami, H. (2011). Controlling the both dc boost and ac output voltages of a z-source inverter using neural network controller with minimization of voltage stress across devices. Iranian Journal of Electrical & Electronic Engineering, 7(1).
- [7] Sayed, H. K. (2013). Modeling and Control of a Buck DC-DC Converter Based on Artificial Neural Network. International Journal of Scientific & Engineering Research, 4(11), 1224-1233.
- [8] Muruganandam, M., Thangaraju, I., & Madheswaran, M. (2014). Simulation and Implementation of an Embedded Hybrid Fuzzy Trained Artificial Neural Network Controller for Different DC Motor. Muthayammal Engineering College, Rasipuram, Tamilnadu, India.
- [9] Utomo, W. M., Haron, Z. A., Bakar, A. A., & Ahmad, M. Z. (2011). Taufik, Voltage tracking of a DC-DC buck-boost converter using neural network control. Int. J. Comput. Technol. Electron. Eng, 1(3), 108-113.

Desarrollo de un prototipo de control remoto a vehículo por medio de una interfaz cerebro computadora

Héctor Eduardo Valencia Ruiz, Pedro C. Santana-Mancilla,
Juan Antonio Guerrero Ibáñez y Juan Contreras-Castillo
Universidad de Colima, Av. Universidad 333, Col. Las Víboras,
Colima, Col. 28040. México
{hector_valencia, psantana, antonio_guerrero, juancont}@ucol.mx

Área del conocimiento. Innovación en TIC.

Resumen. Este artículo describe un prototipo de control remoto a vehículo basado en una Interfaz Cerebro-Computadora. El sistema propuesto se diseñó usando diversos componentes, incluido un sensor neuronal, una aplicación y un carro robot.

Palabras clave: Interfaz cerebro computadora, EEG, Sistema de control remoto.

1 Introducción

Las Interfaces Cerebro-Computadora (BCI por sus siglas en inglés *Brain-Computer Interfaces*) son sistemas interactivos cuyo objetivo es proveer a los usuarios una forma alternativa de trasladar su voluntad para controlar dispositivos externos [1].

Sus aplicaciones más populares se centran en la rehabilitación motora para pacientes con problema neurológicos [2], pero en los últimos años, se ha convertido en un área de mucha exploración [3], y las aplicaciones comerciales han comenzado a surgir [4].

En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de control remoto para automóviles robots por medio de una BCI con el objetivo de analizar la posibilidad de implementar los sensores cerebrales para el control de automóviles regulares.

2 Materiales y métodos

El sistema desarrollado se compone de un dispositivo de entrada y un auto robot. El dispositivo de entrada es el sensor MindWave Mobile que es una diadema con sensor cerebral, el auto robot es un robot educativo Moway [5] que representará a los automóviles, además se desarrolló una aplicación para comunicar el robot con la diadema.

2.1 MindWave Mobile

Este dispositivo es una diadema que colecta las señales neuronales y las divide según la frecuencia. El dispositivo cuenta con un solo sensor, lo que tiene como limitante que no se pueden desarrollar aplicaciones muy complejas ya que solo cuenta con un canal a medir [6]. Se ha desarrollado para hacer fácil la medición de los estados de relajación y atención mediante el algoritmo *eSense* propio de la empresa creadora de la diadema. Respecto a su capacidad, el MindWave Mobile es capaz de captar tres indicadores principales, el nivel de atención o concentración, el nivel de meditación o relajación y la fuerza de pestañeo, además es capaz de notificar si la señal del sensor es estable o pobre.

2.2 Microbot Moway

Moway es un robot utilizado para simular a los automóviles en maquetas de ciudades inteligentes, aunque su diseño es minimalista puede ser ampliado en cuanto a prestaciones y funciones [7]. La estructura y disposición de los componentes del Moway se pueden apreciar en la Fig. 1.

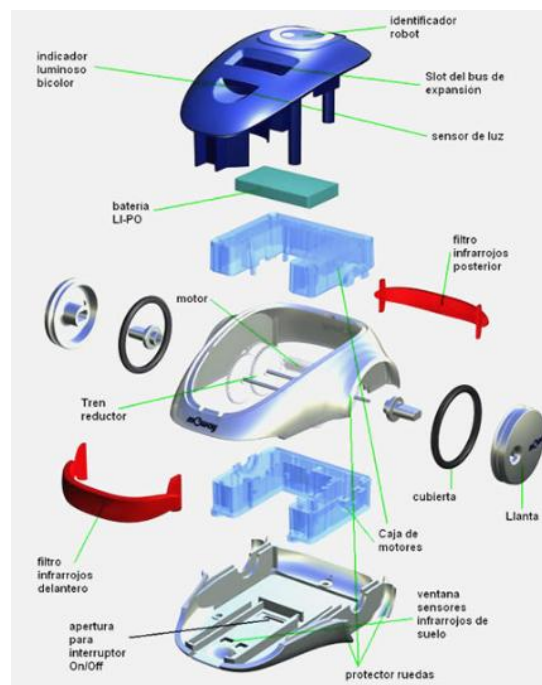


Fig. 1. Componentes del robot Moway [7].

Como se puede apreciar, los robots Moway son capaces de moverse hacia adelante, hacia atrás y pueden girar sobre su propio eje hacia la izquierda o derecha. Además, estos robots tienen 4 sensores capaces de detectar obstáculos, dos sensores de línea, un sensor de temperatura, un sensor de luz, un acelerómetro, micrófono, una bocina pequeña, 4 LEDs y un módulo de expansión donde se pueden introducir elementos extra como el módulo de Radio Control que se utiliza en este proyecto, además el robot contiene una batería recargable de litio para poder operar sin cables. Para este proyecto sólo utilizamos sus capacidades motrices y su capacidad de recibir comandos por medio del módulo de radiofrecuencia.

Para su programación, los Moway vienen con la documentación y el programa Moway World que permite embeber software en los robots programado con bloques.

2.3 Aplicación

El software se desarrolló para utilizar el dispositivo RF-USB de Moway para establecer una comunicación vía radiofrecuencia entre la aplicación y el robot autónomo, quien captará las señales por medio del receptor de radiofrecuencia que llevará conectado.

Adicionalmente, se desarrolló un software a base de diagramas que permite la recepción constante de la señal de radiofrecuencia el cual va embebido directamente en el Moway por medio del software Moway World.

La aplicación, como se puede ver en la Fig. 2 es capaz de darle al usuario las herramientas para poder realizar las siguientes acciones.

- Conectar y desconectar el sensor cerebral.
- Conectar y desconectar el robot Moway.

Así mismo es capaz de mostrar la siguiente información al usuario.

- Estado de conexión del sensor y los robots.
- Tipo de señal que se recibe del sensor cerebral.
- Acción que está realizando el robot.



Fig. 2. Aplicación de control remoto.

3 Arquitectura propuesta

Con base a lo anterior, se propone una arquitectura de tres capas (sensor, aplicación, robot) para asegurar que el sistema funciones adecuadamente:

- **Sensor:** Es el sensor utilizado para captar las ondas cerebrales del usuario. El dispositivo envía los indicadores de meditación, concentración y de pestañeo provenientes de la persona, los cuales son enviados mediante una conexión inalámbrica a la aplicación por medio de bluetooth.
- **Aplicación:** El software desarrollado en el lenguaje de programación C# y la librería [8] para comunicarse con el robot Moway por medio de radiofrecuencia.
- **Robot:** Es el robot Moway con una aplicación embebida desarrollado para poder comunicarse por medio de radiofrecuencia con la capa de aplicación.

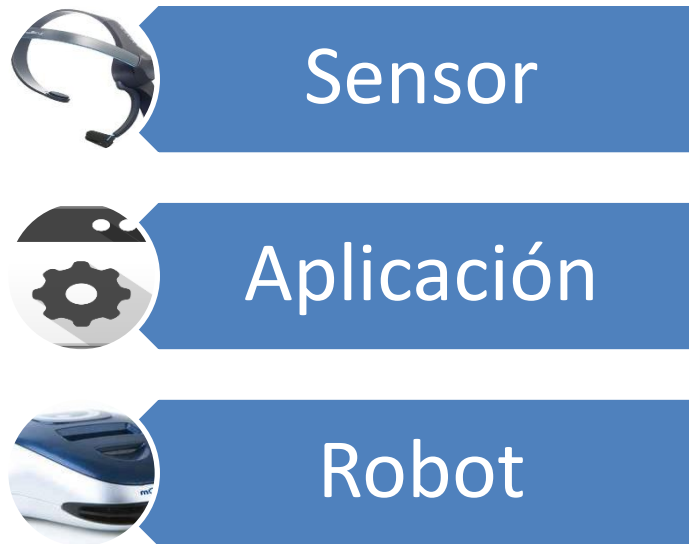


Fig. 3. Arquitectura del sistema.

4 Pruebas

Para poder validar la hipótesis de que es posible de manera eficaz y segura, el control de los robots por medio del sensor cerebral, se llevó a cabo un experimento.

4.1 Muestra

Como muestra se eligió la población de alumnos de séptimo semestre de la Facultad de Telemática de la Universidad de Colima, debido a que la mayoría tiene la edad igual o mayor a 18 años, por lo que son considerados adultos en México y, por lo tanto si saben hacerlo, pueden manejar automóviles legalmente; además, se les escogió por su familiarización con la tecnología y los sensores.

Del universo de estudiantes en ese semestre de forma aleatoria se tomó una muestra por conveniencia de 10 alumnos.

4.2 Método

A los individuos de prueba se les pondrá un ejercicio a manera de experimento en el cual tendrán que recorrer un laberinto 3D con 5 bifurcaciones controlando el robot Moway por medio del sensor cerebral en un tiempo limitado de 10 minutos, de manera que si el individuo logra llegar a la meta en menos de 10 minutos y sin haber tenido ninguna colisión con las paredes se considerará como caso de éxito, de lo contrario se considerará como caso fallido.

Antes de comenzar las pruebas se les explicó claramente a los usuarios la dinámica del experimento y las instrucciones fueron las siguientes.

- Colocarse correctamente el sensor cerebral Mindwave Mobile.
- Iniciar el sensor y la aplicación.
- Llevar a cabo la calibración del sensor.
- Mover el robot Moway desde un punto a otro punto en la maqueta.

4.3 Calibración

En este proceso los usuarios hicieron uso del panel de calibración que se encuentra en la aplicación, el cual tiene 2 botones que una vez conectado el sensor de forma debida, se encargan de recopilar datos del usuario para así llevar a cabo la calibración.

Una vez calibrado el sensor se procedió a probar que las funciones de control del robot por medio del sensor cerebral estuvieran correctas. En esta etapa se le pidió a los usuarios que hicieran al robot avanzar, retroceder y dar vueltas tanto a la izquierda como a la derecha pero estando afuera del laberinto en una superficie plana.

De esta manera se comprobó que los controles estaban funcionando al cien por ciento para así garantizar que los resultados del experimento no fueran afectados por cuestiones técnicas.

4.4 Experimento

Ya que los usuarios supieron claramente qué era lo que iban a realizar y el cómo lo llevarían a cabo, se procedió a la etapa del experimento en sí. Se colocó el robot Moway al inicio del laberinto apuntando hacia los interiores del mismo. A continuación se conectó el sensor y la prueba comenzó.

Una vez iniciado el experimento cada uno de los usuarios debía llegar a la meta sin chocar con las paredes del laberinto (ver Fig. 3).

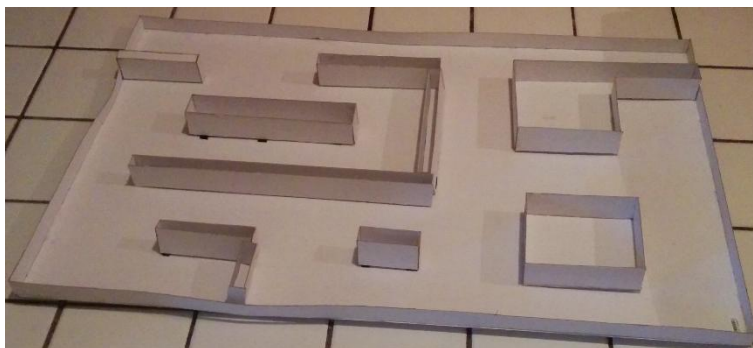


Fig. 3. Maqueta de laberinto usado en el experimento.

5 Resultados

Al concluir las pruebas con los 10 usuarios, se encontró que el 60% de los sujetos fueron capaces de completar exitosamente la prueba. Por el contrario, el 40% restante no pudieron concluir la prueba sin que el robot Moway chocara con alguna de las paredes del laberinto.

Debido a que las colisiones se consideraron como motivo de fracaso se realizó una clasificación de los choques de los robots Moway contra las paredes de la maqueta. Así pues, se encontró que el 75% de los choques fueron al dar una vuelta, es decir el usuario accionaba la acción de girar a tiempo cuando iba a llegar a la bifurcación de la maqueta o en su defecto la hacían para el lado contrario. El 25% restante fue choque frontal.

Al observar cada sujeto realizando las pruebas, se pudo ver que el principal problema del control de los robots consistió en los tiempos de respuesta del robot.

Los motivos de fracaso en dos de los cuatro casos fallidos del experimento fueron por que los usuarios no pudieron controlar de manera precisa el tiempo de respuesta del robot Moway, es decir, una vez que el usuario mandaba la instrucción, el robot tardaba un poco en ejecutar la acción correspondiente, motivo por el que el Moway terminaba girando en el tiempo incorrecto, sin embargo, este detalle fue explicado en la etapa de pruebas del experimento realizado con cada usuario, por lo tanto no fue por motivos de falta de información.

Además, en una ocasión, un individuo falló el experimento gracias a que hizo que el robot Moway girara hacia el lado incorrecto, ocasionando una colisión inevitable.

Finalmente y como último caso de fracaso, se dio la situación en la que el motivo de fallo del experimento fue gracias a que por intentar concentrarse fuertemente, el usuario ocasionó una desconexión con el sensor cerebral provocando a su vez que el robot no recibiera la orden de girar a tiempo, situación que finalizó en una colisión frontal.

6 Conclusiones

Se desarrolló un control remoto a vehículo por medio de una interfaz cerebro-computadora. Este prototipo fue evaluado para conocer si era factible su uso con usuarios reales.

Gracias al experimento llevado a cabo y a los casos de éxito con resultados favorables, se puede concluir que sí es posible la utilización de los sensores cerebrales para el manejo de automóviles autónomos. Sin embargo es una posible aplicación que requiere de más estudio y de un sensor con mayor precisión.

Analizando el factor de la precisión es importante señalar que durante este trabajo se utilizaron vueltas fijas, es decir, el robot al recibir la orden de vuelta ejecutaba un giro de 90 grados sobre su propio eje y después continuaba avanzando, por lo que la factibilidad de uso se reduce a sólo vueltas de 90 grados. Otro factor de precisión que debe ser mejorado es el tiempo de respuesta entre la señal del sensor cerebral y la ejecución de la orden por el robot, ya que esta no es inmediata con las librerías utilizadas en este desarrollo.

Además de la precisión, otro elemento que se debe considerar para trabajos futuros son los otros indicadores del sensor cerebral, ya que por ejemplo, el Mindwave Mobile es capaz de percibir 4 señales del cerebro, las cuales fueron difíciles de controlar por los usuarios a un nivel estable.

Finalmente se tiene que mencionar el hecho que el sensor cerebral usado en este trabajo no es el único aparato de su tipo que existe, puesto que en el mercado están disponibles otros productos similares y que en ocasiones otorgan más posibilidades de uso así como una mayor precisión; dichos sensores posiblemente puedan otorgar un mejor control del robot Moway y producir así, resultados más favorables.

Agradecimientos. Este proyecto fue parcialmente financiado por PROMEP 2010 por medio del proyecto de fortalecimiento de cuerpos académicos “UCOL-CA-54 Redes y Telecomunicaciones” y por PREXOEES 2014.

Referencias

- [1] A. Astaras, N. Moustakas, A. Athanasiou, y A. Gogoussis, “Towards Brain-Computer Interface Control of a 6-Degree-of-Freedom Robotic Arm Using Dry EEG Electrodes”, *Adv. Hum.-Comput. Interact.*, vol. 2013, pp. 1–6, 2013.
- [2] A. Athanasiou y P. Bamidis, “A review on brain computer interfaces: contemporary achievements and future goals towards movement restoration”, *Aristotle Univ. Med. J.*, vol. 37, núm. 3, pp. 35–44, 2010.
- [3] B. Allison, J. Millan, y A. Nijholt, “Future Directions in Brain/Neuronal Computer Interaction (BNCI) Research”, en *Proceedings of the BCI Meeting 2010*, Asilomar, Ca, USA, 2010.
- [4] L. F. Nicolas-Alonso y J. Gomez-Gil, “Brain Computer Interfaces, a Review”, *Sensors*, vol. 12, núm. 12, pp. 1211–1279, ene. 2012.
- [5] moWay, “Microbot moWay”, 2007. <http://moway-robot.com/en/>.
- [6] D. Calderón Martínez, “Procesamiento de ondas cerebrales con microprocesador ARM para control de coche teledirigido”, 2016.

- [7] I. Angulo, J. Angulo, S. Romero, y I. Ruiz, “Competencias y Habilidades Con El Robot ‘Moway’”, 2008.
- [8] F. Jonquire, *Moway Library*. 2014.

IX. Inteligencia de Negocios

Implementación de una Arquitectura de Inteligencia de Negocios basada en el Cuadro de Mando Integral para una MiPyMe: Caso RTB

Mariela Bahena Ocampo¹, Juan Paulo Sánchez Hernández², Silvia Melbi Gaona
Jiménez³

Universidad Politécnica del Estado de Morelos, Boulevard Cuauhnáhuac No. 566,
Lomas del Texcal, Jiutepec, Morelos, 62550, México.

¹mariela.bahena@gmail.com

²juan.paulosh@upemor.edu.mx,

³sgaona@upemor.edu.mx

Resumen. En este trabajo se presenta una arquitectura de cómputo basada en la herramienta administrativa de “Cuadro de Mando Integral” (CMI), la cual en combinación con herramientas de análisis de información e inteligencia de negocios es aplicada a una MiPyME del estado de Morelos. Donde, tomando en cuenta los contextos interno y externo de la MiPyME del sector productivo de la construcción y a través de la investigación de campo fueron identificados indicadores pertinentes con cada una de las perspectivas del CMI con el fin de coadyuvar al logro de los objetivos estratégicos de la empresa. Además, se realiza el análisis de negocio desde el punto de vista de sus funciones y prioridades, definiendo las variables críticas de cada área funcional. Se identificaron correlaciones entre las variables críticas y sus métricas para llevar a cabo la función administrativa de control. Con base en esto, se integra un CMI alineado a las necesidades particulares de la empresa bajo estudio.

Palabras clave: Planeación Estratégica, Cuadro de Mando Integral, Inteligencia de negocios, MiPyMe.

1 Introducción

En 1992, Kaplan&Norton [2] desarrollaron la herramienta administrativa “Cuadro de Mando Integral (CMI) (Balanced Scorecard (BSC), por sus siglas en inglés)” como una innovación de gestión que vincula los objetivos estratégicos del negocio con indicadores clave. Los autores recomiendan hacer la Planeación Estratégica desde cuatro perspectivas de desempeño: 1) Financiera, 2) Cliente, 3) Procesos internos y 4) Aprendizaje y crecimiento. Resaltaron la importancia de incorporar medidas no financieras como satisfacción del cliente, calidad, innovación, flexibilidad y habilidades de los empleados [3]. Introdujeron Indicadores Claves de Desempeño clave ((ICD) (Key Performance Indicators, KPI's), por sus siglas en inglés)) como una forma de medir el impacto en el logro de los objetivos estratégicos de una empresa. A estos indicadores les dieron una ponderación para facilitar su aplicación. Esta concepción

complementó los indicadores de desempeño tradicionales, que generalmente están relacionados con las actuaciones pasadas, agregando indicadores de desempeño que se encuentran relacionados con el futuro de la organización [4]. Con base en los conceptos de CMI mencionados previamente, en este trabajo se propone una arquitectura que combina tanto herramientas administrativas de análisis, como herramientas informáticas que permiten un mejor seguimiento de la información generada en la empresa, así también se incorporaron los ICD's identificados en un caso real de una MiPyMe. Cabe señalar que esta propuesta pudiera extrapolarse y ser de utilidad para otras empresas de similar tamaño, mercado que no ha sido atendido integralmente por los desarrollos de software de Inteligencia de Negocios disponibles en el mercado, tanto licenciados como libres.

2 Estado del Arte

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México, las empresas MiPyMe representan aproximadamente el 99.2% de las unidades empresariales, generan el 33% del Producto Interno Bruto (PIB) y otorgan el 70% del empleo²². Este grado de representatividad en la economía mexicana, hace relevante su consideración. Cabe mencionar que, dada la baja competitividad de este sector, el aporte a la economía se ha reducido en los últimos años [7].

Por otro lado, respecto a modelos estratégicos para la Planeación Estratégica de los negocios, en la Tabla 1 se muestran algunos de ellos y sus principales características.

Tabla 3. Matriz de análisis de modelos estratégicos.

Fuente: (Fuentes, 2013)

Características	Modelo Estratégico						
	Outsourcing	Benchmarking	Downsizing	Joint Venture	Balanced Scorecard	Reingeniería de procesos	Gestión de calidad Total
Tiene en cuenta los objetivos de la etapa de planeación			*		*		*
Implica una reestructuración			*			*	
Tiene implicaciones a corto plazo	*	*		*	*		
Tiene implicaciones a mediano plazo	*	*		*	*		
Tiene implicaciones a largo plazo			*			*	

²²<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/otras/enaproce/default.aspx>. Referencia consultada el 12 de Junio de 2016.

Permite la intervención o alianza con otras empresas	*	*		*			
El seguimiento es cuantitativo	*	*	*	*	*	*	*
El seguimiento es cualitativo	*	*	*	*		*	*
Es adaptable	*	*	*	*	*	*	*

Para el caso particular analizado de la empresa RTB, se eligió como referente conceptual el modelo estratégico CMI (Balanced Scorecard) para la propuesta de arquitectura, considerando los siguientes factores : 1) porque considera los objetivos de la etapa de planeación que para los dueños de la empresa son directriz de actuación, 2) su impacto a corto y mediano plazos, pues siendo MiPyMe requiere, en principio, asegurar su sobrevivencia inmediata y, entonces, considerar el largo plazo para su crecimiento y desarrollo, 3) su seguimiento es cuantitativo, lo cual coadyuva en la objetividad de las mediciones, 4) es adaptable, requisito indispensable para empresas micro, pequeñas y medianas que generalmente tienen recursos escasos y 5) El enfoque integral dado por sus 4 perspectivas: 5.1) Financiera, 5.2) Cliente, 5.3) Procesos internos y 5.4) Aprendizaje y crecimiento. Una recomendación es que las perspectivas en los 4 ejes del CMI estén balanceadas en los siguientes porcentajes: 1) 22%-financieras, 2) 23%-25%-orientadas al cliente, 3) 28%-30%-procesos internos y 4) 23%-25%- aprendizaje y crecimiento [5]. La Fig. 1 muestra cómo los objetivos del negocio determinan los objetivos de las áreas y culminan en Indicadores de Desempeño que es necesario monitorear. Con estas medidas, los directivos pueden manejar una visión estratégica y ajustarla al cambio [1].

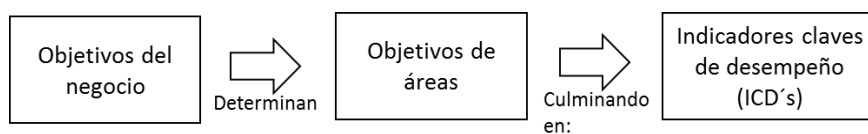


Fig. 1. Los ICD's ligados a las metas generales de la compañía.
Fuente: [1]

Además, se efectuó una revisión de las principales arquitecturas de Inteligencia de Negocios disponibles actualmente. Entre ellas se identificaron las siguientes: A)Pentaho-BI, B)Yellowfin, C) Jedox y D)WebFocus, entre otras. Dentro de éstas se elige como referente Pentaho-BI con base en los siguientes argumentos : 1) es software Libre, 2) está desarrollado en JAVA, lo cual permite la reutilización de software, facilita el mantenimiento, permite la extensión de aplicaciones a través de la herencia de código y de tipo, 3) trabaja en Plataforma Web, 4) permite la realización de reportes y análisis de indicadores, 5) tiene la capacidad de hacer minería de datos y 6) permite el análisis del flujo de las operaciones. Pentaho-BI está integrada por varios

módulos que pueden trabajar de manera independiente o conjuntamente: 1) módulo de extracción de datos (ETL): Kettle, 2) motor OLAP: Mondrian, 3) diseñador de Informes: JFreeReport, 4) Minería de Datos (DataMining): Weka, 5) Pentaho BI: Motor de flujo de operaciones 23.

Cabe resaltar que en este trabajo también se consideraron elementos de la metodología propuesta por Eduardo Martínez en su libro “Evaluación y Decisión Multicriterio” [6], que consiste en las siguientes 6 etapas: 1) análisis de la situación y obtención de información, 2) análisis de la empresa y determinación de las funciones generales, 3) estudio de las necesidades según las prioridades y el nivel informativo, 4) señalización de las variables críticas y relevantes en cada área funcional, 5) establecimiento de una correlación eficaz y eficiente entre las variables críticas y las medidas precisas para su control y, 6) conformación del cuadro de mando según las necesidades detectadas y la información obtenida.

3 Arquitectura propuesta

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se propone una arquitectura de implementación (Fig. 2), la cual permite aplicar el BSC, en combinación con herramientas de análisis e inteligencia de negocios a empresas de tipo MiPyMES.

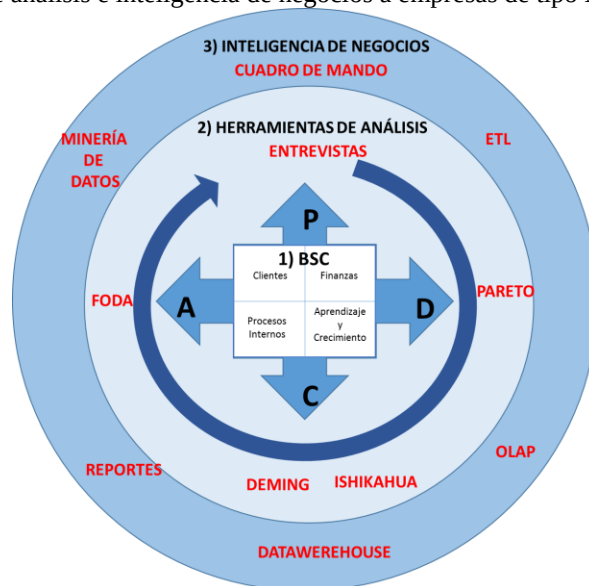


Fig. 2. Arquitectura propuesta

²³ <http://www.pentaho.com>. Referencia consultada el 10/01/2016.

En la Fig. 2 se pueden apreciar los componentes de cada una de las capas de la arquitectura, la cual nos permitió llevar a cabo este proyecto de investigación. Las etapas se explican a continuación:

1. **BSC:** En el núcleo se encuentran representados los cuatro ejes del BSC, la cual, en combinación con el círculo de Deming o PDCA nos permite monitorear de forma dinámica los ICD's de la empresa.
2. **Herramientas de análisis:** En la segunda capa se presentan las herramientas que nos permitirán realizar un análisis profundo de la empresa a la cual se le va a implementar esta arquitectura. Es decir, se pueden realizar entrevistas a la alta dirección y sus diferentes niveles jerárquicos. Además, se puede realizar un FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), Pareto y un análisis de pescado Ishikahua. Todo lo anterior, con el fin de poder analizar y conocer la plenamente la empresa e identificar cuáles son sus áreas de oportunidad.
3. **Inteligencia de negocios:** Finalmente, en la última capa se encuentran las herramientas que nos permitirán realizar inteligencia de negocios a la empresa. En esta etapa se construye un "Data warehouse" en donde se almacenan los esquemas de los cubos ROLAP (Procesamiento analítico On Line), contruidos con la herramienta Pentaho schema-workbench (PSW). Una vez diseñados son poblados utilizando operaciones ETL (Extraction, Transformation and Load), con lo que la herramienta que nos ayudó fue Pantaho Data Integration (PDI). Teniendo los cubos poblados entonces podemos realizar reportes y cuadros de mando, en donde se despliegue la información del estado de los ICD's, la herramienta que nos permite construir los cuadros de mando es CDE (Community Dashboard Editor). Finalmente, esta capa cuenta con un módulo de Minería de Datos con el fin de realizar un análisis profundo de los datos e identificar patrones en la organización.

Para la implementación de la arquitectura dentro de la empresa RTB, se realizaron las siguientes actividades, las cuales se muestran resumidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Actividades realizadas en la investigación

No.	Actividad realizada
1	Revisión de fuentes de información para la determinación de los aspectos teóricos
2	Selección de la empresa (RTB Construcciones)
3	Recopilación y clasificación de los datos de la empresa
4	Desarrollo de cuestionarios, entrevistas y observación para conocer el estado de la empresa seleccionada
5	Aplicación del FODA a la empresa y construcción del diagrama Ishikawa y Pareto para conocer situaciones que puedan ser un riesgo en la empresa
6	Identificación previa de indicadores relevantes de la empresa
7	Propuesta de estrategia y objetivos estratégicos de los indicadores para la empresa seleccionada
8	Construcción del "Data warehouse" con los datos recopilados de la empresa seleccionada
9	Análisis de los indicadores encontrados, selección y clasificación según la perspectiva del BSC
10	Selección de la herramienta de Inteligencia de negocios y configuración
11	Diseño de los cubos ROLAP tomando en cuenta los indicadores seleccionados por cada perspectiva

12	Aplicación de los procesos ETL para poblar los cubos ROLAP
13	Diseño del cuadro de mando de la empresa seleccionada utilizando CDE
14	Se concluye el trabajo y se establecen los objetivos

Cabe mencionar que el desarrollo de dichas actividades permitió aplicar la arquitectura propuesta en este trabajo de investigación.

4 Resultados experimentales

La arquitectura propuesta fue implementada en una MiPyme dedicada a la construcción, con nombre RTB Construcciones. Inició sus operaciones en 2012 desarrollando principalmente proyectos de ingeniería civil. Los indicadores por cada perspectiva del BSC que nos permitieron detectar con la implementación de la arquitectura, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Listado de indicadores por perspectiva identificados en la empresa RTB

Perspectiva	Indicadores
Financiera	Utilidades, Margen neto y bruto
	Ahorro interno
Cliente	Índice fidelización
	Tasa licitaciones convertidas en proyectos adquiridos
	Tasa de cumplimiento de proyectos
	Tasa satisfacción del cliente /
	Seguimiento y satisfacción del cliente
	Tasa de reclamaciones
	Contratos al año
Procesos Internos	Ingreso del ejercicio Fiscal x año
	Tasa de tareas en tiempo
	Permanencia media del cliente
	Porcentaje de volumen de ventas
Aprendizaje y crecimiento	Tasa de proyectos puestos en el mercado
	Índice de productividad
	Tasa de uso de equipo
	Tasa de averías
	Tasa de productividad del empleado

El resultado del diseño del cuadro de mando por perspectiva del BSC se presenta en la Fig. 3, cabe resaltar, que sólo se presenta un ejemplo de la información de cuatro indicadores (Tasa satisfacción del cliente, seguimiento del cliente, diferencia de seguimiento y satisfacción del cliente y tasa de reclamaciones) de la perspectiva del cliente. Los indicadores que se muestran son sólo proyectos desarrollados para el Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACMEX).

Además, una vez que se implementó la arquitectura en la empresa BSC, se realizaron encuestas de satisfacción utilizando Likert para conocer si los tomadores de decisión de RTB estaban satisfechos con los resultados obtenidos. Las encuestas se realizaron en dos sentidos: 1) encuestas de satisfacción del análisis al BSC realizado y 2) encuestas de satisfacción de la implementación de la herramienta informática

aplicada. Los involucrados en este análisis fueron: 1) el gerente general, 2) Gerente técnico, 3) Gerente administrativo y 4) Jefe de proyectos.

En las Fig. 5 y 6 se observan los resultados de las encuestas realizadas a los responsables de la empresa RTB, se realizaron un total de 7 preguntas relevantes, por ejemplo, si la empresa contaba con indicadores relevantes antes del análisis, si el análisis realizado permitió identificar indicadores, si los indicadores encontrados permiten tener una visión global de la empresa o si los indicadores les permite tomar decisiones. Como se puede observar, los responsables están satisfechos con los resultados obtenidos.

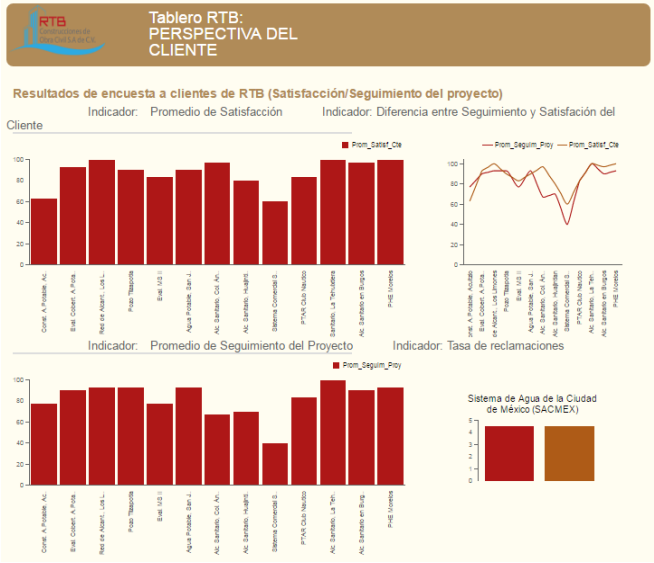


Fig 4. Diseño del CMI de la perspectiva del cliente.

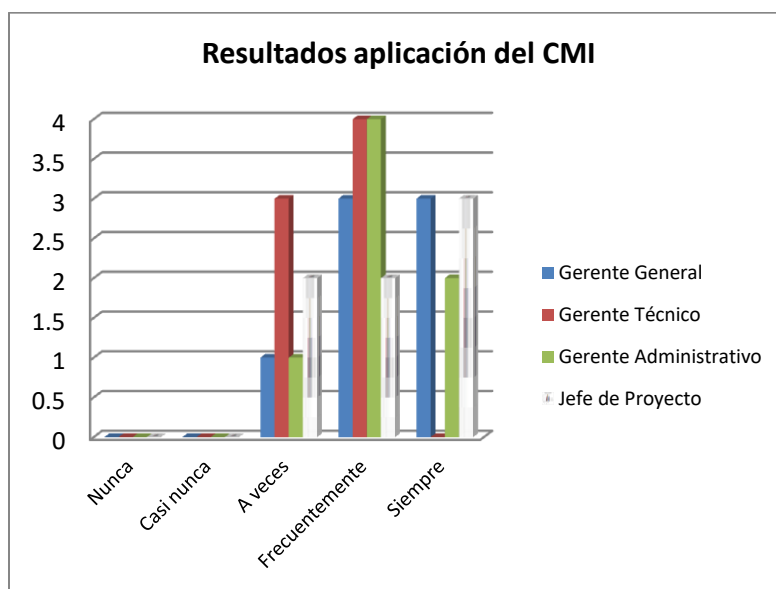


Fig 5. Resultados que muestran la opinión del análisis realizado a la empresa RTB

Respecto a los resultados de la implementación de la inteligencia de negocios en la empresa RTB (Fig. 6), se pueden apreciar que la mayoría de los responsables están de acuerdo con que las herramientas informáticas permiten tener una mejor visión y seguimiento de los indicadores, además que les permite compartir la información de manera rápida y consideran que la implementación de la inteligencia de negocios impactará en el buen servicio que tengan con los clientes.

Conclusiones y Trabajo Futuro

En este trabajo se implementó una arquitectura que combina el BSC, herramientas administrativas de análisis y herramientas informáticas de inteligencia de negocios, con el fin de que se pueda aplicar a las MiPyMES, los resultados son favorables, sin embargo, es recomendable que las partes estén comprometidas, debido a que la información en ocasiones fluye muy lentamente o se encuentra dispersa, de igual manera, la información debe ser confiable, esto con el fin de presentar indicadores que estén apegados a la realidad de la empresa. Por otro lado, el uso de las herramientas informáticas para aplicar Inteligencia de Negocios es importante que sean estables, con el fin de que se eviten retrasos en la implementación.

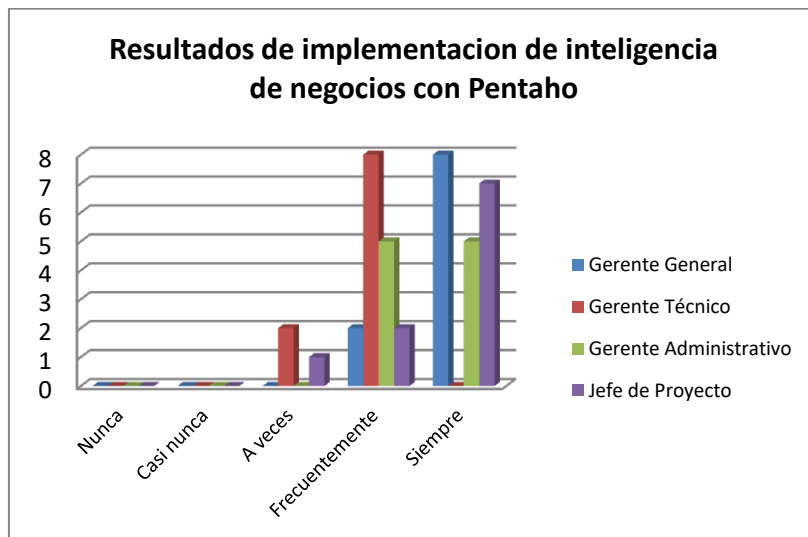


Fig 6. Resultados que muestran la opinión de la implementación de la Inteligencia de Negocios a la empresa RTB

Agradecimientos. Se agradece el apoyo en la realización de este trabajo a la UPEMOR y el recurso financiero del proyecto “Modelo de Optimización para la Gestión de MiPyMes utilizando Balanced ScoreCard” (IDCA 17272, Clave UPMOR-CA-7) otorgado por el PRODEP. Así como a la empresa constructora RTB.

Referencias

- [1] A. El-Mongy, A. Hamouda, A. Nihal y A. Abdel-Moneim. Design of Prediction System for Key Performance Indicators in Balanced Scorecard. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887), pp.10-14, 2013.
- [2] R. Kaplan y D. Norton. The balanced Scorecard: Measures that Drive Performance. Harvard Business Review. Enero-Febrero, pp.71-79, 1992.
- [3] R. Kaplan y D. Norton. The Balanced Scorecard: Measures That Drive Performance. Harvard Business Review. Julio, 2005.
- [4] R. Kaplan y D. Norton. *The Execution Premium: Linking Strategy to Operations for Competitive Advantage*. Harvard Business School Press, 2008.
- [5] M. Repetto. Administración Estratégica de Proyectos en la Construcción, Parte I. Obtenido de Posgrado UMET: http://www.posgradofadu.com.ar/archivos/biblio_doc/2906_apunte_1.pdf, 2013.
- [6] E. Martínez y M. Escudey. Evaluación y Decisión Multicriterio: Reflexiones y Experiencias. Santiago de Chile, Universidad de Santiago de Chile, 1998.
- [7] <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/otras/enaproce/default.aspx>. Referencia consultada el 12 de junio de 2016.
- [8] Fuentes, L. J. (2013). Estrategias de crecimiento y competitividad en la constructura CIMCOL para su posicionamiento en el mercado. Bogotá, D.C.: Universidad Militar de Nueva Granada.

Integración de tecnologías de la información para la mejora de procesos de gestión de eventos académicos. Caso de estudio. REMINEO, A. C.

Inteligencia de negocios

Adolfo Priego Cruz

Pablo Payró Campos

Guillermo de los Santos Torres

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco- División Académica de Informática y Sistemas, Carretera Cunduacán-Jalpa KM. 1 Col. La Esmeralda CP. 86690

Cel. (993) 3595412, Cunduacán, Tabasco, México.

adolfofriego@gmail.com, 152h11011@alumno.ujat.mx

pablo.payro@gmail.com

Guillermodelossantos@gmail.com

Resumen. Al implementarse el proceso de integración de tecnologías de la información para la organización del Congreso Internacional de Análisis Organizacional (CIAO), se mejorará el proceso de participación de los autores, desde su registro hasta el dictamen de los trabajos por mesa temática y modalidad de investigación, se establecerá el control para la emisión de documentos comprobatorios, programación de presentación de los trabajos y las versiones que serán publicadas en el libro electrónico. Por otro lado, se optimizarán los recursos humanos y tecnológicos asignados, se reducirán los costos de papelería y consumibles, se mejorará el tiempo de respuesta para la toma de decisiones y se espera minimizar los errores en los reportes que se generan para la Coordinación General del CIAO. Este proyecto impactará en el prestigio del CIAO, tanto nacional como internacional, al eficientar su organización y realización, acordes a lo esperado por agremiados e Instituciones de Educación Superior sedes.

Palabras clave: Congreso, registro, gestión, integración, tecnologías.

1 Introducción

No obstante que la Red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales (REMINEO) tiene documentado un procedimiento de análisis y dictamen de trabajos de investigación para el CIAO, que establece con un esquema de organización entre autores, coordinadores de análisis y dictaminadores, existen otras actividades importantes para la realización del Congreso que se establecen en las bases de participación para los autores y otras que se establecen en los convenios de colaboración con la Institución de Educación Superior (IES) Sede del Congreso, que no están formalmente documentadas como procedimientos, las cuales al no realizarse adecuadamente, generando los siguientes problemas:

1. Los autores, coautores o asistentes al Congreso no realizan adecuadamente el registro de su participación de acuerdo a lo que establecen las bases de participación difundidas oportunamente.
2. La clasificación de los trabajos de investigación por mesa temática y modalidad, para la coordinación de análisis y dictamen así como su respectiva asignación a los dictaminadores es desigual.
3. Existe descontrol en el seguimiento a las versiones de los trabajos de investigación en proceso de dictamen para que los cambios sugeridos por los dictaminadores se lleven a cabo por los autores y prevalezca disponible la versión dictaminada.
4. Se genera un tiempo demasiado extenso para la publicación de los trabajos de investigación, lo cual impacta en que muchos autores decidan no presentar sus trabajos de investigación en el Congreso, ya que el dictamen y publicación es importante para el curriculum en diversas instituciones académicas, colegios, asociaciones y órganos de gobierno que otorgan apoyos a los profesores investigadores.
5. Previo al Congreso, resulta difícil la elaboración del programa de presentación de trabajos de investigación libre de errores, debido a la cantidad de documentos que se deben organizar y presentar en tan solo dos días, divididos por mesa temática y modalidad, organizados en los espacios físicos y horarios disponibles.
6. Aunque existe un acta de cierre por cada CIAO que se organiza, se carece de información estadística actual e histórica, que facilite la toma de decisiones.
7. La REMINEO requiere elaborar documentos comprobatorios de orden fiscal, así como constancias de participación para autores, conferencistas magistrales, panelistas y reconocimientos a coordinadores del evento, dictaminadores y participantes en la logística del CIAO, lo cual se complica al no contar con la información fiable en el registro maestro del Congreso.

8. La REMINEO requiere elaborar el manual de organización del evento, cuenta con lineamientos que apoyan la organización del CIAO pero resulta insuficiente cuando se celebran los convenios con la Institución de Educación Superior Sede.

Lo anterior, conlleva a que durante los días críticos del Congreso existan retrasos en la programación de los trabajos de investigación, se generen reportes con errores, la entrega de comprobantes se haga con demoras, lo cual impacta directamente en costos por una mayor asignación de recursos humanos, uso de tiempo y recursos por reimpresión y retrasos a los autores y coordinadores en presentación de ponencias, la toma de decisiones inoportuna, afectando directamente la imagen de la REMINEO y del CIAO a nivel nacional e internacional, dada su cobertura.

El presente trabajo de investigación realizará el proceso de integración de las Tecnologías de la Información para la mejora del proceso en el registro, dictamen y publicación de trabajos de investigación del CIAO edición 2017, proporcionando la REMINEO toda la información de cómo se realiza el Congreso.

2 Panorama reducido del estado del arte relacionado con la problemática afrontada

Existen sistemas en internet para la organización de eventos como conferencias, congresos, coloquios, que pueden ser personalizados y adaptados a las necesidades del cliente, aunque no necesariamente cubren todas las necesidades que se tienen y que se describen como problemática. OpenConf Service es un sistema en web para la organización de conferencias; el software puede no reunir los requisitos completos de cada organización pero a través del servicio de personalización OpenConf, sus desarrolladores personalizan el software para satisfacer sus necesidades particulares de cada cliente. Una vez que entienden los requisitos exactos, ofrecen una propuesta de proyecto que detalla las personalizaciones que se harán, e incluye un costo del proyecto y el cronograma de desarrollo.

Event Espresso es otro sitio de internet que ofrece un sistema para la administración de eventos, capacitando a las organizaciones y líderes de negocios con las herramientas de registro de eventos, venta de entradas y de gestión que maximicen el éxito de sus congresos, con un modelo de rentabilidad, autonomía y valor.

3 Descripción de la metodología o técnica usada

La metodología que se utilizará para integrar la propuesta de integración tecnológica considera las siguientes fases:

1. Análisis sistémico del problema.
2. Definición de especificación de la propuesta tecnológica.
3. Diseño del esquema conceptual de la base de datos.
4. Análisis de aplicaciones tecnológicas existentes acordes a las especificaciones de diseño (Análisis comparativo de las herramientas tecnológicas).
5. Diseño de la propuesta de integración de TI.
6. Plan de implementación de la propuesta.

La Metodología de desarrollo de Software, realizará el análisis, diseño y propuesta de implementación, a través de Xtreme programming.

Análisis sistémico del problema.

En esta fase se realizará un diagnóstico de la situación actual para identificar, mediante el análisis correspondiente, las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades en la organización de los eventos académicos. Así mismo, se implementarán las técnicas de observación y entrevista para recabar información que permita establecer las especificaciones formales de la propuesta tecnológica.

Definición de la especificación de la propuesta tecnológica.

Con base en el análisis realizado en la etapa previa, en esta fase se obtendrá una narrativa en lenguaje natural de aspectos funcionales, de usabilidad, confiabilidad, de desempeño y soporte que deberá considerar la propuesta tecnológica, así como de las restricciones que deberá observar el diseño correspondiente.

Diseño del esquema conceptual de la base de datos.

En esta fase se realizará el diseño conceptual de la base de datos y se generará un diagrama entidad-relación base de datos. Así mismo, se obtendrá diccionario de datos correspondiente.

Análisis de tecnologías de información disponibles.

En esta etapa se elegirán aplicaciones disponibles en el mercado que satisfagan las especificaciones obtenidas en la fase de Definición de la especificación de la propuesta tecnológica y se realizará un análisis comparativo aplicando el modelo FURPS identificando su potencial para integrarlas en la propuesta tecnológica objeto de esta investigación.

Diseño de la propuesta de TI.

Con base en la especificación y el análisis realizado en las etapas previas, esta fase contempla la especificación formal de la propuesta tecnológica utilizando el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), considerando qué módulos del sistema se implementarían con aplicaciones del mercado y cuáles serán necesario desarrollar a la medida.

Plan de implementación de la propuesta.

Finalmente, en esta etapa se formulará un plan necesario para llevar a cabo la implementación y puesta en marcha de la propuesta tecnológica.

4 Resultados experimentales

Los resultados experimentales del trabajo de investigación se esperan a partir de la aplicación de la metodología, aunque es recomendable que se detalle como una sección aparte.

Una vez analizados los programas que pueden ser integrados para el Congreso Internacional de Análisis Organizacional, estos serán implementados en la página web de la Red Mexicana de Investigadores en Estudios Organizacionales.

La funcionalidad mínima que se espera obtener con la implementación tecnológica es:

- El registro de autores
- El registro, validación de formato y codificación en la recepción de trabajos de investigación.
- La emisión de documentos probatorios, tales como:
 - Confirmación de registro

- Carta de aceptación
 - Constancia de participación
- Generación de reportes ejecutivos, entre otros:
 - Reporte de control maestro
 - Reporte de trabajos de investigación enviados a dictamen
 - Reporte de trabajos de investigación devueltos al autor
- Seguridad de acceso a la aplicación y a los datos, por parte del administrador del sistema, comité organizador y los usuarios nacionales e internacionales
- Respaldo de datos para generación de estadísticas y archivos históricos
- Administración de la aplicación para web hosting, publicación de avisos y control de los periodos de acceso para los usuarios finales

5 Conclusiones y trabajos futuros de investigación

El presente trabajo de investigación realizará el proceso de integración de las Tecnologías de la Información para la mejora del proceso en el registro, dictamen y publicación de trabajos de investigación del CIAO edición 2017, y continuará innovando el procedimiento de registro en busca de mantener el liderazgo, promoviendo el intercambio y aplicación del conocimiento.

Referencias

- Briones, G. (2002). Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. (3a. ed.). Bogotá, Colombia: Módulos de investigación social.
- Canós, J. H., Letelier, P., & Penadés, M. C. (2013). Metodologías ágiles en el desarrollo de software. Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software.
- Cuevas, R. F., & Mestaza, M. (2012). La evaluación científica y el sistema de revisión por pares. *csi Boletín*, 46.
- De Datos, L. F. D. P. (2010). Personales en Posesión de Particulares. México: Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Gobernación.
- Del Río, C., Del Río S. C., y Del Río, R. (2009). El presupuesto: Generalidades, tradicional, áreas y niveles de responsabilidad, programas y actividades, base cero, teoría y práctica. 10ª ed. México: Mac Graw Hill de México.
- Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de julio de 2010.
- Monteagudo Peña, J. L. (2009). Tecnologías de la Información y Comunicaciones. *Educación Médica*, 7, 15-22.
- Muñiz, L., & González, L. M. (2009). CONTROL PRESUPUESTARIO: Planificación, elaboración, implantación y seguimiento del presupuesto. Profit editorial.
- Musumeci, G. L., Musumeci, A. L., & Bonina, A. (2004). Cómo organizar eventos: congresos y conferencias, eventos empresariales, actos protocolares, organización y excelencia en el servicio. Valletta.

Navarro, M. E., Moreno, M. P., Aranda, J., Parra, L., & Rueda, J. R. (2016, May). Integración de Metodologías Ágiles y Arquitecturas de Software en el desarrollo de Sistemas de Información. In XVIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina).

Orallo, H., RAMIREZ, J., QUINTANA, C. R., Orallo, M. J. H., Quintana, M. J. R., Ramírez, C. F., ...& Eppen, G. D. (2011). Introducción a la Minería de Datos. Pearson Prentice Hall.

Rodríguez, N. y Martínez, W. (2006). Planificación y Evaluación de Proyectos Informáticos. 3ª reimpresión. Costa Rica: Editorial de la Universidad Estatal a distancia de San José de Costa Rica.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2010). Metodología de la investigación. Edición McGraw-Hill.

<http://remineo.org/index.php/2016-02-14-09-18-25/nuestros-origenes> recuperado el 9 de junio de 2016.

<https://eventespresso.com/>

<https://www.openconf.com/>

Base teórica para crear un modelo de clúster empresarial esbelto

Rodrigo Mendoza Frias¹ José Luis Tapia Fabela² Gerardo Arturo Avila Vilchis³

¹ Departamento de Ingeniería en Producción Industrial, Unidad Académica Profesional Tianguistenco, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. romefri@hotmail.com, Tel: 7224810800. Dr. en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología.

² Departamento de Ingeniería en Software, Unidad Académica Profesional, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. jltapiaf@uaemex.com, Tel: 7224810800. Dr. En Ciencias en Ingeniería Electrónica.

³ Departamento de Ingeniería en Software, Unidad Académica Profesional, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México. gaavilav@dtic.uaemex.mx, Tel: 7224810800. Mtro. En Ingeniería Informática.

Abstract. La contribución de este trabajo se encuentra en la identificación de constructos, variables y dimensiones que apoyan la hipótesis de crear la base en un modelo de clúster empresarial esbelto, sustentado en iniciativas lean. Se identificó el modelo de la triple hélice, como herramienta de conformación de clústeres empresariales y de forma independiente los principios y prácticas de lean extended enterprise, lean government y lean university. Con el propósito de tomarlos como base en conformación de un nuevo modelo.

Keywords: Gobierno, universidad, empresa, pensamiento lean

1 Introducción

Siempre que haya un producto para un cliente, hay una cadena de valor. El desafío consiste en verla. El pensamiento lean nace a partir de la palabra muda, que significa despilfarro, específicamente toda aquella actividad humana que absorbe recursos pero no crea valor. Afortunadamente existe un poderoso antídoto para la muda: el pensamiento lean. Este proporciona un método para especificar valor, alinear las acciones creadoras de valor de acuerdo con la secuencia óptima, llevar a cabo estas actividades sin interrupción siempre que alguien las solicite y realizarlas de forma cada vez mas eficaz [1].

Según la Lean Aerospace Initiative (2009), una empresa lean es una entidad integrada la cual crea valor de manera eficiente para sus múltiples accionistas empleando principios y prácticas lean. El nuevo paradigma nace con la referencia del Sistema de Producción Toyota, Este ha desarrollado principios fundamentales que han emigrado de los sistemas de manufactura a todos los niveles de la empresa.

De acuerdo con [1], en las experiencias documentadas en su libro “Lean Thinking” se han generado cinco principios del pensamiento lean: valor, corriente de valor, flujo, atracción y perfección, los cuales sirven como base para la creación de los conceptos estratégicos y lineamientos, que apoyan la implementación del modelo en sistemas como: diseño esbelto, hoteles esbeltos, hospitales esbeltos, oficinas esbeltas, contabilidad esbelta, universidad esbelta, gobierno esbelto, entre otros mas [3]. El primer principio y punto de partida es el valor, el cual solo puede ser definido por el consumidor final y es significativo cuando se expresa en términos de un producto o servicio específico, que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado. El segundo, corriente de valor, el cual se define por el conjunto de las acciones específicas requeridas para pasar un producto específico o un bien por las tareas desde la concepción, diseño detallado e ingeniería hasta su lanzamiento a la producción; además desde la recepción del pedido hasta la entrega a través de una programación detallada y de la transformación física con los procesos existentes desde la materia prima hasta el producto acabado en manos del consumidor. Tercero, flujo, una vez que se ha especificado de forma precisa el concepto de valor, la empresa lean debe graficar completamente el flujo de valor y eliminar las etapas cuyo despilfarro es evidente. El cuarto a identificar es la atracción, es decir dejar que sea el cliente quien atraiga (*pull*) el producto de acuerdo con sus necesidades, en lugar de empujar productos, a menudo no deseados, hacia el consumidor. El primer efecto visible de la evolución desde departamentos y lotes a equipos de productos y flujo es el tiempo necesario para ir desde la concepción al lanzamiento, desde la venta hasta la entrega y desde la materia prima al consumidor. Finalmente a medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, identificar la totalidad del flujo de valor, a hacer que las etapas creadoras de valor fluyan constantemente y dejan que sean los consumidores quienes atraigan hacia sí valor desde la empresa, se ofrece un producto cada vez mas cercano de lo que el consumidor verdaderamente desea, la perfección el quinto y último principio del pensamiento lean.

2 Estado del arte

2.1 Clústeres empresariales

Según [4], la teoría sobre la cual se ha analizado los clústeres industriales ha seguido un proceso evolutivo a partir de 1930. Originalmente, el concepto de clúster fue propuesto por Alfred Marshall; pero quien realmente popularizó el concepto de clúster fue [5], quien lo define de la siguiente manera: Una concentración geográfica de empresas e instituciones conexas, pertenecientes a un campo concreto, unidas por rasgos comunes y complementarios entre sí. De allí que se ha extendido su estudio.

En décadas recientes ha sido un grupo de investigadores italianos encabezados por Becattini, Rabellotti y Panizza quienes han sentado las bases de la teoría italiana del distrito industrial [6]; [7]; [8], mientras que en Norte América Loet Leydesdorff de la Universidad de Amsterdam y Henry Etzkowitz en el Science Policy Institute de la Universidad Estatal de Nueva York en Purchase, han generado un modelo en el sentido

de organizar conglomerados especializados, este es llamado modelo de la Triple Hélice (de aquí en adelante MTH) el cual se centra en el análisis de las relaciones e interacciones mutuas entre las universidades y los entornos científicos, las empresas e industrias y las administraciones o gobiernos descrito en la figura 1. Este modelo atiende las interacciones y comunicaciones entre actores e instituciones de las tres palas de la hélice, pues asume que la innovación surge de las interacciones mutuas entre ellas [9].



Figura 1: Modelo triple hélice

Según [9] La tesis de la Triple Hélice postula que la interacción universidad- industria-gobierno es la clave para mejorar las condiciones para la innovación en una sociedad basada en el conocimiento. Esto supone que la universidad juegue un importante papel como fuente de nuevo conocimiento y nueva tecnología, dada su función de principio generador de las economías del conocimiento. La tesis es desarrollada en diez proposiciones:

1. La fuente de la innovación descansa en las redes y acuerdos entre las tres esferas institucionales de la TH y no en alguna de ellas por separado.
2. La invención de innovaciones organizativas, de nuevos ordenamientos sociales y de nuevos canales para la interacción llega a ser tan importante para acelerar la innovación como la creación de dispositivos físicos. Ejemplos de estas innovaciones sociales son las incubadoras de empresas, los parques de la ciencia o las redes, las cuales llegan a ser fuentes de actividad económica, de formación de comunidad y de intercambio internacional.
3. El modelo interactivo de innovación es resultado de la interacción entre las dinámicas lineal e inversa de transferencia de conocimiento. Cuando la tecnología se produce en la academia se da el paso del modelo lineal al lineal asistido (por ejemplo, con las empresas de las incubadoras). Cuando sucede en el modelo lineal inverso que comienza en las industrias o los problemas sociales, proporciona el punto de partida para nuevos programas de investigación y nuevas disciplinas.

4. La “capitalización del conocimiento” sucede en paralelo con la “cognitivización del capital”, lo que significa que los procesos de creación de conocimiento y de creación de capital van de la mano, a medida que se inventan nuevas medidas de financiación de investigaciones arriesgadas y a medida que las empresas anidadas que transforman el conocimiento en capital dan origen a innovaciones organizativas.
5. La formación de capital sucede en dimensiones nuevas en la medida en que se crean diversas formas de capital que se transmutan en otras: financiero, social, cultural e intelectual. Las nuevas formas de capital se crean sobre la base de la interacción social (“a quién conoces”) o las actividades intelectuales (“qué sabes”) y son intercambiables. El capital financiero surge sobre el capital social e intelectual acumulado y éstos se redefinen en tanto que las universidades interactúan más intensamente con las industrias y el gobierno.
6. La globalización se descentraliza y tiene lugar a través de redes regionales entre universidades así como a través de corporaciones multinacionales y organizaciones internacionales. Las nuevas configuraciones se convierten en la base de un proceso continuo de formación de empresas, diversificación y colaboraciones entre competidores.
7. Los países en desarrollo y las regiones tienen la posibilidad de hacer progresos rápidos basando sus estrategias de desarrollo en la construcción de nichos de fuentes de conocimiento apoyados por la economía local. Los ordenamientos políticos y sociales basados en principios de equidad y transparencia son la base para un rápido desarrollo en un entorno estable. Las universidades y las redes de incubadoras pueden usarse a la vez para adaptar tecnologías avanzadas para solucionar problemas locales y para avanzar las fronteras de la investigación en áreas especiales y transferir al exterior las innovaciones locales.
8. Las reorganizaciones entre esferas institucionales, sectores industriales y estados-nación son inducidas mediante oportunidades en nuevas tecnologías. Éstas emergen en un flujo constante desde síntesis entre innovaciones interdisciplinarias previas.
9. Las universidades se convierten de forma creciente en la fuente de desarrollo económico regional y las instituciones académicas se reorientan o se crean con este fin.
10. Lo que distingue a una región Triple Hélice es la capacidad para hacer una transición de un paradigma tecnológico a otro cuando el anterior régimen se agota. Las interacciones Triple Hélice institucionalizadas y renovadas a través de generaciones de tecnologías son la base de redes aparentemente autoorganizadas de innovación.

Empresa esbelta extendida

Hoy en día el entorno empresarial de las compañías se ha visto cada vez mas motivado y forzado a interacciones externas con su medio ambiente por ejemplo con proveedores y clientes. Esto lleva a la formación de empresas extendidas [10]. Se ha detectado una clara tendencia hacia la adopción de principios, que afectan no sólo al interior de las empresas, sino también a su organización externa [11], donde la compañía principal genera las interdependencias entre los proveedores y clientes [12]. El modelo de la empresa extendida incorpora principios lean, con ello se construye un marco de referencia para asistir a compañías, a sus clientes y proveedores en la transición de su cadena de valor esbelta [13]. Véase la figura 2.

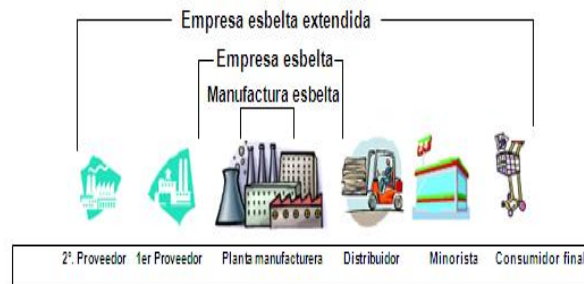


Figura 2: Modelo empresa esbelta extendida

Los constructos del modelo que propone Burton, son: liderazgo, cliente y enfoque de mercado, mejora uniforme de la infraestructura, procesos de la cadena de valor, integración de la empresa extendida, aprendizaje organizacional y medición de desempeño.

2.2 Universidad esbelta

El pensamiento lean rara vez se ha aplicado a universidades, y en comparación con entornos de fabricación, estos sistemas están en las primeras etapas de actividades de mejora [14]. Sin embargo existe evidencia para demostrar que la aplicación del pensamiento lean en el sector de los servicios públicos puede ser benéfico en la mejora de los tiempos de procesamiento, rendimiento de un mejor servicio y el logro de hacer mas con menos [15]. El modelo de la Universidad de Oklahoma Central nos describe cuatro pasos para su implementación:

Paso 1: identificar las oportunidades; organizar un diagnóstico en toda la organización de las situaciones, problemas y opciones de crecimiento.

Paso 2: Diseño de la solución; crear un plan para el éxito, que involucre a todos los empleados en la formación, mapeo y planificación.

Paso 3: Implementación; Utilizando los eventos kaizen, equipos de trabajo y métricas para implementar e ilustrar el cambio.

Paso 4: Mejora continua; monitorear el rendimiento después de la conclusión de cada proyecto.

Citando a la Universidad de St Andrews, marca como objetivos estratégicos principales: primero, el cambio de cultura, crear una unidad y apetito de mejora continua; segundo, la efectividad, asegurar que todo el proceso de negocio satisfaga las necesidades actuales y futuras; tercero, eficiencia, maximizar el uso de todos los recursos en la entrega de servicios. En la figura 3 se muestra el modelo de universidad esbelta presentada por [14], el cual pretende alcanzar objetivos generados desde el nivel superior del modelo: la alineación y estrategia, para así permear en las siguientes variables liderazgo, procesos, tecnología y comportamiento; estos objetivos son: alcanzar la reducción de tiempos de proceso, incrementar la calidad en el trabajo, liberar capacidad a fin de permitir el crecimiento, potenciar la gente para mejorar los procesos en los que trabajan y asegurar que las estrategias estén en el lugar adecuado para ayudar a alcanzar los objetivos.

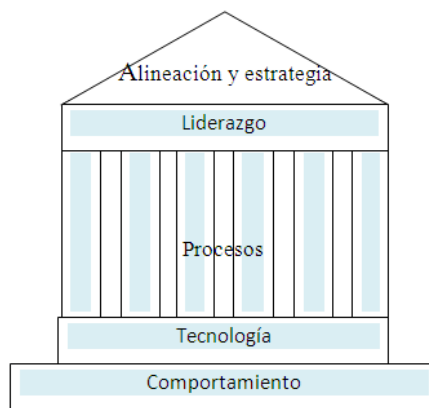


Figura 3: Modelo universidad esbelta

2.3 Gobierno esbelto

Las organizaciones del sector público y privado han adoptado el pensamiento lean para entornos de oficina, procesos de prestación de servicios y procesos administrativos. De acuerdo con [18] el gobierno esbelto es la integración de gente, procesos y tecnología mostrado en la figura 4; el cual reduce el desperdicio y los costos, incrementa la productividad y cumple con las expectativas del cliente, mejora tiempos de proceso y genera iniciativas de cambio.

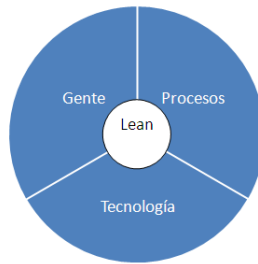


Figura 4: Modelo gobierno esbelto

Lean puede mejorar drásticamente el rendimiento y la eficacia de los procesos de la agencia gubernamental en un plazo relativamente rápido, implementando la mejora, la optimización y la transformación.

3 Metodología usada

El objetivo principal de la investigación es el de conocer los constructos y variables que considera el estado del arte en los sistemas que conforman el modelo MTH, bajo un enfoque lean. Es sabido, que los sistemas empresa esbelta, universidad esbelta y gobierno esbelto, generan resultados de manera independiente, sin embargo no es conocido el desempeño en conjunto.

El método de obtención y generación de evidencia documental se realizó de la siguiente manera se hizo una revisión del estado del arte, concluyendo con un total de 45 dimensiones, organizadas como sigue: 21 en el sistema empresa esbelta extendida; 9 en el modelo de gobierno esbelto y finalmente 15 en el modelo de universidad esbelta.

4 Resultados

Las variables identificadas quedan organizadas bajo los siguientes constructos:

C1: lean extended enterprise

VARIABLE	DIMENSION
V1: Liderazgo	• Reconocimiento de la necesidad • Claridad en la dirección • Comunicación
V2: Cliente y enfoque de mercado	• Valor con el consumidor • Personalización y masa • Información en tiempo real

V3: Mejora uniforme de la infraestructura del conocimiento	• Datos y mejora • Formación • Metodologías y herramientas
V4: Procesos de cadena de valor	• Perspectiva de un extremo a otro • Proceso de negocios transaccionales • Estandarización y perfección
V5: Integración de la empresa extendida	• Unidad y desarrollo colaborativo • Planeación y ejecución colaborativa • Mercado en línea
V6: Aprendizaje organizacional	• Mentalidad de negocios • Administración del conocimiento • Transformación a la cultura del conocimiento
V7: Medición del desempeño	• Rendimiento monetario • • Rendimiento de la cadena de valor • Rendimiento social y económico

C2: Lean government

VARIABLE	DIMENSION
V8: Mejora	• Equipos lean • Proyectos lean • Desperdicio
V9: Optimización	• Estrategia de ejecución • Enfoque de grupos • Responsables
V10: Transformación	• Mejora continua • Métricas • Valor entregado

C2: Lean university

VARIABLE	DIMENSION
V11: Alineación y estrategia	• Explicación de estrategia • Consolidación de estrategia • Medidas de desempeño y administración visual
V12: Liderazgo	• Liderazgo transformacional • Trabajo en equipo • Pensamiento crítico
V13: Procesos	• Creación de valor

	• Enfoque de sistemas • Manual de procesos
V14: Tecnología	• Procesos electrónicos flexibles • Medición de procesos tecnológicos • Herramientas tecnológicas de soporte
V15: Comportamiento	• Cultura lean • Valor y desperdicio • Capacitación en cultura lean

5 Conclusiones y Recomendaciones para Investigación Futura

Retomado los aspectos mas importantes en la investigación, sabemos que la aplicación del los procesos y procedimientos basados en el pensamiento esbelto se ha posicionado como una herramienta de mejora continua básica de nuestro tiempo.

Que la universidad esbelta y el gobierno esbelto han generado incrementos en sus índices de competitividad al igual que la empresa esbelta pero de forma independiente.

Que el modelo de la triple hélice propone la agrupación de los elementos de estudio de esta investigación y que es un referente en el incremento de la competitividad sectorial y nacional.

Que el modelo de la triple hélice puede ser integrado bajo un enfoque lean y que considera en sus constructos 45 dimensiones organizadas en 15 variables y tres grandes constructos (lean university, lean government, lean extended enterprise).

Es de suma importancia generar ventaja competitiva por medio de la especialización en los sectores productivos del país. Para ello el modelo de la triple hélice es ya un referente en la concentración de elementos con características similares; en este tenor, el pensamiento *lean* emigra como herramienta de mejora desde los sistemas empresariales, hasta el gobierno y la universidad, curiosamente elementos del modelo triple hélice. Es por ello que de manera natural es importante evidenciar la mejora en los sistemas de manera conjunta. La información que genera esta investigación es solo el principio de este crecimiento natural, que sin duda resulta interesante evidenciar por el método científico.

Si el incremento de la mejora se ha palpado con la aplicación de la herramienta *lean*, entre operaciones de trabajo (*lean manufacturing*), entre departamentos de una empresa (*lean enterprise*), entre empresas del mismo ramo (*lean extended enterprise*), resulta interesante resolver y medir la mejora del desempeño con la aplicación de los mismos principios en sistemas diferentes en su naturaleza pero complementarios entre si. Así las variables y constructos identificados en esta investigación son derivados de un análisis exhaustivo en el estado del arte y que sostendrán la base para generar un modelo de clúster empresarial esbelto, realizando un análisis de componentes principales y correlaciones entre los diferentes elementos.

Referencias

- [1] Womack, J.P., Jones, D.T. (2005). Lean thinking. España, Gestión 2000.
- [2] Lean advancement initiative. (2009). Lean advancement initiative. Recuperado septiembre 21, 2009, de <http://lean.mit.edu/>
- [3] Socconini, L. (2008). Lean manufacturing, México, Grupo Editorial Norma.
- [4] Pacheco- Vega, R. (2007). Una crítica al paradigma de desarrollo regional mediante clústeres industriales forzados, Estudios sociológicos, Vol 25, número. 3, pp 683-707.
- [5] Porter, M. E. (1998), Clusters and the New Economics of Competition, Harvard Business Review, vol. 76, número. 6, pp. 77-90.
- [6] Becattini, G. (2002), Industrial Sectors and Industrial Districts: Tools for Industrial Analysis, European Planning Studies, vol. 10, número. 4, pp. 483-493.
- [7] Paniccia, I. (1998), One, a Hundred, Thousands of Industrial Districts. Organizational Variety in Local Networks of Small and Medium-sized Enterprises, organization Studies, vol. 19, número. 4, pp. 667-699
- [8] Rabelotti, R. (1997), External Economies and Cooperation in Industrial Districts: a Comparison of Italy and Mexico, Londres, Macmillan.
- [9] González de la Fe, T. (2009), El modelo de la triple hélice de las relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. Arbor ciencia, pensamiento y cultura, Vol 185, número. 738, pp.742.
- [10] Bolseth, S. (2005), A process model for the extended enterprise. EurOMA International Conference on Operations and Global Competitiveness. Noruega, p. 1143.
- [11] Shah, R. y Ward, P. (2007). Defining and developing measures of lean production, Journal of Operations Management, Vol. 25, número 4, pp. 785-805.
- [12] Childe, S (1998), The extended concept of co-operation, Vol. 9, número 4, pp.320-327.
- [13] Burton, T y Boeder, S. (2003). The lean extended enterprise: moving beyond the four walls to value stream excellence, J. Ross Publishing, EU.
- [14] Hines, P. y Lethbridge S. (2008). New development: creating a lean university. Public Money & Management, Vol 28, número 1, pp. 53-56.
- [15] Radnor, Z., Walley, P., Stephens, A. y Bucci, G. (2006), Evaluation of the lean approach to business management and its use in the public sector, Scottish executive, Edinburgh.
- [16] University of Central Oklahoma. (2010). Recuperado Diciembre 16, 2010, de www.uco.edu.

- [17] University of St Andrews. (2010). Recuperado Diciembre 5, 2010, de www.st-andrews.ac.uk.
- [18] Dombrowski,S. (2005), Lean government services, Recuperado Noviembre 5, 2010, de [www. Ctdol.state.ct.us/LEAN/default.htm](http://www.Ctdol.state.ct.us/LEAN/default.htm)

Proyecto para la obtención de indicadores de los servicios tecnológicos que ofrece la DTIC en el sistema de control y seguimiento de solicitudes de servicio (SCSSS). Por medio de cuadros de mando en QlickView

Área de conocimiento: **Minería de datos, Inteligencia de negocios**

Nombre completo de cada autor: **M.A. Alfredo Palma Hernández**

Nombre de la Institución en donde realiza el trabajo: **Universidad Autónoma del Estado de México Instituto literario #100, Colonia Centro, C.P. 50000, Toluca, Estado de México.**

apalmah@uaemex.mx, Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (DTIC) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX). Cerro de Coatepec s/n, Ciudad Universitaria Ciudad Toluca, México C.P.50110.

Teléfono Oficina: **01 722 4628201, 01 722 4628200, EXT: 18056**

Celular: **044 7227458555**

1. Resumen

Con el objetivo de recopilar, procesar y analizar los datos de los indicadores de los servicios tecnológicos que se ofrecen en la DTIC, se utilizó la herramienta de Business Intelligence de QlickView para la Creación y diseño de varios cuadros de mando (Dashboard) que permitieran presentar indicadores en tiempo real de forma gráfica, dinámica y completa que apoyan a la toma de decisiones informadas de la DTIC.

2. Palabras clave.

Cuadro de mando, indicadores, servicios, datos maestros, MDM.

3. Introducción.

La situación económica y social que caracteriza a la sociedad moderna genera profundos cambios en las organizaciones las cuales se preparan para ser más flexibles y establecen estrategias con el objetivo de adaptarse al entorno altamente turbulento en el que desarrollan sus acciones. Ante ambientes tan poco estables y la imposibilidad de actuar a ciegas, los miembros de la organización y, en particular, su alta gerencia

necesitan manipular grandes volúmenes de información para cumplir con sus funciones esenciales. Deben implementarse entonces, prácticas administrativas dirigidas a garantizar el éxito organizacional y entre ellas, la toma de decisiones, soportada en el análisis de información, es vital [2].

Por otro lado los datos por si solos no aportan valor, el valor de éstos se da cuando se convierten en información que es gestionada a tiempo, procesada y traducida, para ser utilizada en la toma de decisiones, lo anterior da lugar a este proyecto, el cual consiste en la reingeniería de recopilación, procesamiento y análisis de datos de los indicadores de los servicios tecnológicos que se ofrecen en la DTIC, con la finalidad de hacer más eficiente y confiable el cálculo de indicadores.

Para lograr el objetivo se utilizaron las siguientes herramientas de software:

1. Sistema de control y seguimiento de solicitudes de servicio "SCSSS" (software de Gestión de Servicio Kayako SupportSuite v3.70.02).
2. Gestor de base de datos Mysql.
3. Herramienta de Business Intelligence QlickView, la cual permite presentar indicadores en tiempo real de forma gráfica, dinámica y sencilla que apoyan a la toma de decisiones informadas [8].

Tomando como fuente de datos la información de los servicios, recopilada a través de los “tickets” generados en el SCSSS y haciendo uso de las herramientas de software mencionadas se diseñaron varios cuadros de mando (Dashboard) o tableros de control, con indicadores de calidad que se comunican con el SCSSS, que permitiera:

- Mostrarlos los datos de forma clara, sencilla.
- Fácil filtración de datos.
- Modelar los datos a las necesidades de la DTIC, para facilitar su manejo y presentación de forma visual.
- Asociar y relacionar los diferentes datos que se almacenan en la Base de datos.
- Procesar de forma automática la información estadística,
- Consultar los indicadores en línea, en tiempo real.
- Trabajar de forma colaborativa a través de grupos de trabajo.
- Generación de reportes con información específica, ya sea en un determinado intervalo de tiempo o por un indicador en específico por parte del personal de la DTIC.
- Exportar la información automáticamente a archivos (Excel).

Para tales fines se llevó a cabo varias etapas del análisis, diseño y detección de datos maestros de la base de datos creada por el sistema SCSSS, así como la detección de indicadores que requiere el personal de la DTIC. Posteriormente se llevó a cabo varias fases de construcción de los cuadros de mando, los cuales se validaron por el equipo del área “mesa de servicios” para su posterior publicación en el servidor web del QlickView de la DTIC, con la finalidad de visualizar y explotar la información generada del modelado de datos e indicadores por parte del personal de la DTIC.

4. Panorama del estado del arte relacionado con la problemática afrontada.

Antes de llevar a cabo el proyecto, para poder obtener los indicadores de los servicios tecnológicos que ofrece la DTIC, el equipo de trabajo de mesa de servicios, realizaban consultas al SCSSS con reportes pre configurados, sin embargo no arrojaban la información suficiente, para obtener la información faltante se revisaba ticket por ticket; esta información se integraba y procesaba en Excel, los resultados obtenidos no proporcionaban la información necesaria y suficiente para la toma de decisiones, además su procesamiento y publicación implicaba mucho tiempo y no era posible tener información completa y en tiempo real.

5. Descripción de la metodología o técnica usada.

Para este proyecto se llevaron a cabo varias etapas de análisis, descubrimiento y detección información, así como varios ciclos de construcción de los cuadros de mando, los cuales se basaron en la metodología de Gestión o Administración de Datos Maestros por sus siglas en inglés “MDM” (**Master Data Management**). La cual se describe a continuación.

Un dato maestro, es un registro único que sirve de referencia para toda la empresa, es decir son datos clave para el funcionamiento del negocio y es utilizado transversalmente a través de diferentes aplicaciones, sistemas, módulos permitiendo una integración entre las diferentes funciones Corporativas [1].

Según Master Data Management Institute: La Gestión o administración de datos maestros es la autorización para que los datos maestros sean utilizados en muchas aplicaciones con el objetivo de proporcionar una visión única de la verdad, sin importar dónde se encuentran [6].

Con esto, la Administración de datos maestros (**MDM**) resuelve el problema común de cómo proporcionar y mantener una única versión de la verdad para un dominio de información como: cliente, producto o servicio. Pero aunque hay muchos "estilo de aplicación MDM" para diferentes proyectos, la verdad es que en muchas implementaciones actuales se enfrentan a diseñar un entorno único de estilo MDM [4].

Por lo tanto, la gestión de datos maestros es la combinación de las aplicaciones y tecnologías que consolidan, limpian e incrementan la colección de datos maestros, y

sincronizan esto con todas las aplicaciones, procesos de negocio y herramientas de análisis [7]. Como se muestra en la figura 1.

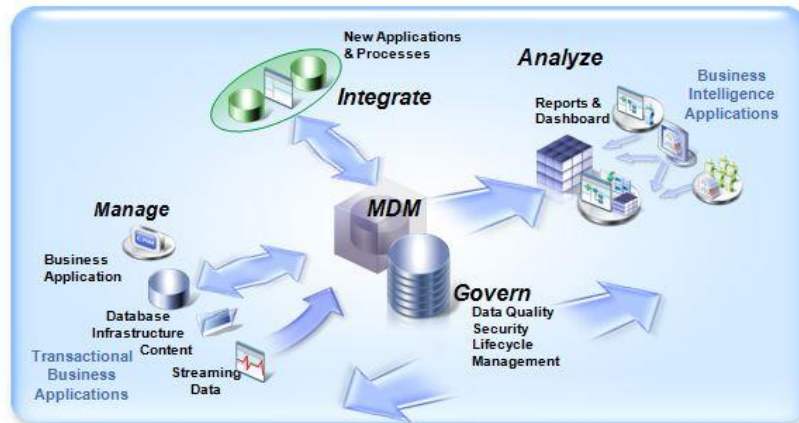


Figura 1 Ejemplo de implementación MDM [4].

Generalmente se usa Sub-Definiciones para la administración de datos maestros (MDM) los cuales son [6]:

- **Operacional:** Se refiere a la definición, creación y sincronización de los datos maestros necesarios para los sistemas transaccionales y entregados a través de la arquitectura orientada a servicios. Un ejemplo son los centros de datos de clientes actualizados en tiempo real.
- **Analítica:** Se refiere a la definición, creación y análisis de datos maestros. Ejemplos de esto son las aplicaciones de gestión de riesgo de contraparte e información financiera, gasto global o plan de cuentas de consolidación.
- **Colaborativa:** Se refiere a la definición, creación y sincronización de datos de referencia a través de flujos de trabajo, servicios de salida. Ejemplo: gestión de la información de los productos [3].

Por otro lado, existen fases para un proyecto para la gestión de datos maestros, las cuales son [5]:

- **Fase cero:** Definir el alcance de la siguiente fase, capturar requerimientos, proyectar el retorno sobre la inversión, vender y evaluar el proyecto.
- **Fase uno:** Desarrollar una entidad maestra por cada división o departamento del negocio, ejemplo cliente o producto.
- **Fase dos:** Elegir una entidad maestra para la empresa.
- **Fase tres:** Compartir los datos maestros.

Además, el diseño de la solución para la gestión de datos maestros debe tener una arquitectura orientada a servicios (SOA) [5].

Cabe mencionar que para este proyecto se omitió la “Fase Cero” ya que la UAEMEX es una institución pública sin fines de lucro, por lo que no requirió proyectar el retorno sobre la inversión, ni vender. En cuanto a las fases 1,2 y 3 se ajustaron a los requerimientos de la DTIC, **ver Figura 2**. Los cuales se enlistan a continuación:

- **Fase uno:** Se detectó el flujo de la información en el sistema SCSSS. Además se analizó la estructura lógica y física (objetos de base de datos: *tablas, llaves primarias, índices, etc.*) de la Base de datos (Mysql). En consecuencia se descubrieron e identificaron varios datos maestros.
- **Fase dos:** Del análisis de la estructura de la Base de datos, se obtuvo la entidad maestra: ***Ticket del Servicio***, con la que se capturan, almacenan y procesan los datos de interés para los indicadores de la DTIC.
- **Fase tres:** Con la identificación de los datos maestros, se procedió a la detección de los principales indicadores requerido por la DTIC (proporcionados por el área: mesa de servicios). Posteriormente junto con los datos maestros, la entidad maestra y los principales indicadores de la DTIC, se procedió a la construcción de los cuadros de mando (Dashboard) o tablero de control con la herramienta QlickView. Este proceso paso por varias etapas de construcción:
 1. Validación de datos e indicadores visualizados en los cuadros, por parte del equipo de trabajo de área “mesa de servicios” de la DTIC.
 2. Ajuste y reconfiguración visual de datos e indicadores, una vez identificados los datos e información faltante.
 3. Revalidación final de datos e indicadores por parte del equipo de mesa de servicios.
 4. Puesta en marcha de los cuadros de mando en el servidor web de QlickView de la DTIC para su utilización.

<http://?????.215.1.214/qlikview/FormLogin.htm>, **ver figura 3**.

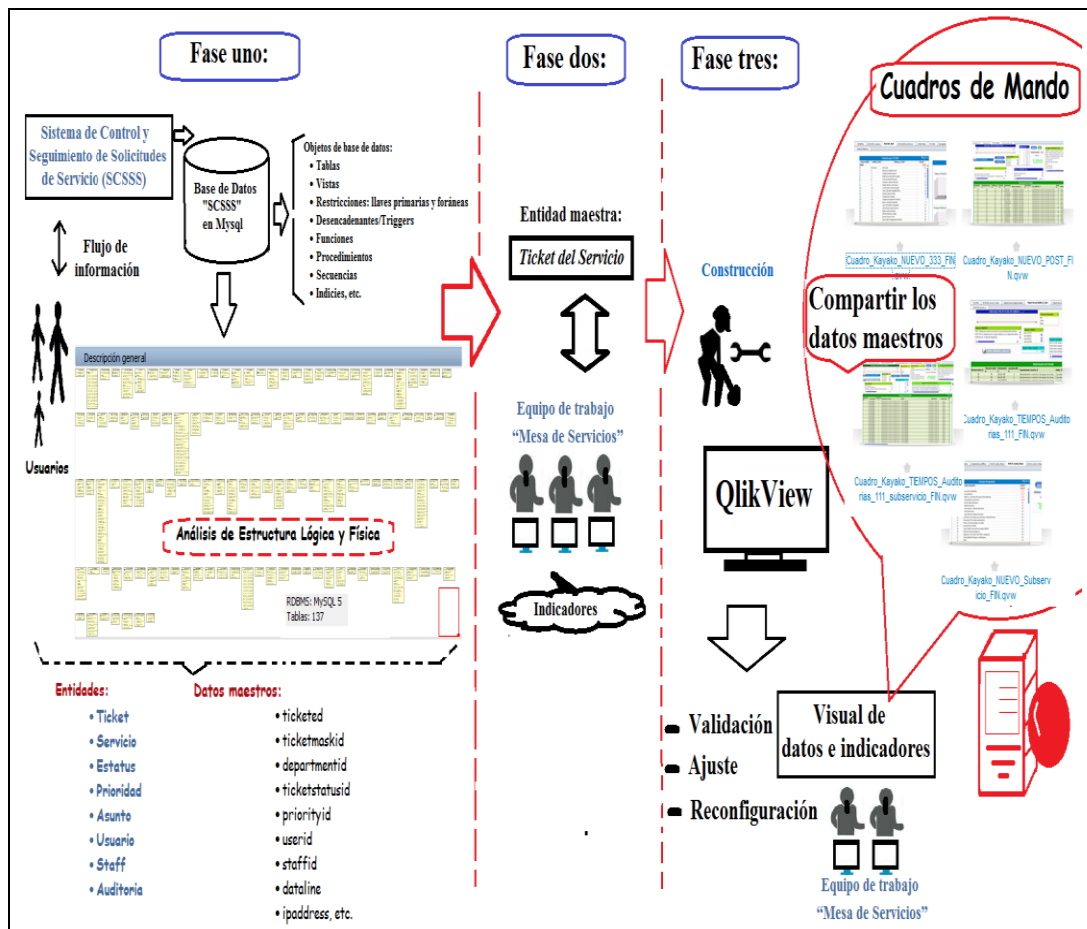


Figura 2. Fases de gestión de datos maestros para la DTIC. Elaboración propia.



Figura 3. Cuadros de Mando de indicadores de servicios de la DTIC

6. Resultados experimentales.

A continuación se describe los resultados obtenidos de este proyecto, basados en la utilización y evaluación de los cuadros de mando por parte del equipo de trabajo de “mesa de servicios”. Quienes proporcionaron esta información la cual se enlistan a continuación:

- ✓ Se logró dar perspectiva a los datos e información que permitió tomar nuevas decisiones en las diferentes áreas de la DTIC.
- ✓ Eficiencia en el procesamiento de información.
- ✓ Detección de posibles cuellos de botellas y mejoras en tiempos de respuestas.
- ✓ Facilidad de acceso a la información.
- ✓ La información presentada cumple con los criterios de búsqueda que requiere la DTIC.
- ✓ Facilita la toma de decisiones informadas.
- ✓ Exportación de información automáticamente (archivos Excel).
- ✓ Interfaz intuitiva, amigable con el usuario.
- ✓ Resultados confiables.
- ✓ Trabajo colaborativo.
- ✓ Reducción de tiempos de respuesta en servicios.

7. Conclusiones y trabajos futuros de investigación.

Se concluye que la herramienta de Business Intelligence de QlickView, es muy buena para modelar, buscar, visualizar y analizar datos de diferentes fuentes como: gestores (Oracle, Mysql, SQL Server, etc.), archivos: planos, excel, etc. Permitiendo una perspectiva visual de indicadores e información asociada y relacionada.

Se concluye que el modelado y análisis de estructura de **datos** de la base SCSSS, permitió el descubrimiento de datos maestros. Junto con la identificación y recopilación de los principales indicadores que requiere la DTIC, facilitaron la creación de cuadros de mando, los cuales permiten visualizar la información de forma clara, sencilla y fácil de filtrar para los usuarios.

Se concluye que los cuadros de mando que se han creado para la DTIC, han dado una perspectiva real de lo que sucede con los datos e información que se genera día con día, a lo largo del tiempo en el SCSSS, así como la identificación de nueva información que genera áreas de oportunidad para la mejora en sus procesos de servicios tecnológicos que ofrece dicha dependencia a toda la comunidad universitaria de la UAEMEX.

Se concluye que los cuadros de mando que se han creado, han permitido compartir el conocimiento entre las diferentes áreas de la DTIC, Este conocimiento se sugiere compartir con otras dependencias de la UAEMEX, ya que les sería de gran ayuda en la toma de decisiones.

Se sugiere modelar y analizar fuentes de datos de otros sistemas de la UAEMEX, como por ejemplo Control Escolar. Ya que por su importancia dentro de la institución, le sería de gran ayuda contar con un cuadro de mando que le permita dar una perspectiva de datos e información para mejorar su administración y toma de decisiones.

8. Referencias.

[1] C. Castillo. Una gestión de datos para mejorar y dar soporte a la toma de decisiones en los negocios. Tesis Maestría. México, D.F. pp. 14, Julio 2015.

[2] D. Díaz. Toma de decisiones: el imperativo diario de la vida en la organización moderna. **ACIMED**, Ciudad de La Habana, v. 13, n. 3, p. 1, Jun. 2005. Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352005000300010&lng=es&nrm=iso>. Consultado: 13 de Marzo de 2016.

[3] F. Aguilar. Gestión de datos maestros y de referencia basada en el marco de una arquitectura empresarial. Tesis Licenciatura. México, D.F. pp. 30, 2014.

[4] InfoSphere Master Data Management Best Practices. Disponible en <<https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/88eb2a27-5a3f-4f7c-87e5-88005d2664c7?lang=en>>. Consultado: 04 de Febrero de 2016.

[5] MDM Institute, 2009, MDM & DATA GOVERNANCE READINESS ASSESSMENT: A Summary Practical Guide to Systems Integrators & Consultancies, U.S.A, pp. 3. Disponible en <<http://www.tcdii.com/PDF/A%20Summary%20Practical%20Guide%20to%20Systems%20Integrators%20&%20Consultancies%20for%20MDM%20&%20DG.pdf>>. Consultado: 08 de Febrero de 2016.

[6] MDM Institute, 2015, What is MDM?. Disponible en <<http://0046c64.netsolhost.com/whatIsMDM.html>>. Consultado: 04 de Febrero de 2016.

[7] Oracle, 2011, Master Data Management, U.S.A., pp. 5. Disponible en <<http://www.oracle.com/us/products/applications/master-data-management/018876.pdf#page=9&zoom=auto,-169,788>>. Consultado: 04 de Febrero de 2016.

[8] ¿Por qué qlick es diferente?, Disponible en <<http://global.qlik.com/es/>>. Consultado: 04 de Febrero de 2016.

X. Internet de las Cosas

Implementación de tablas NoSQL en el almacenamiento de información para Internet de las Cosas

Carlos Arturo Espinoza Galicia¹, Williams Gómez Lopez², Rubén Omar Reyes Lopez³

¹Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo S/N, Huichapan, Hidalgo, México. CP. 42400, cespinoza@iteshu.edu.mx

²Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo S/N, Huichapan, Hidalgo, México. CP. 42400, wgonomez@iteshu.edu.mx

³Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo S/N, Huichapan, Hidalgo, México. CP. 42400, roreyes@iteshu.edu.mx

Abstract. The Internet of things (IoT) is a set of technologies that already a trend is technology, the use of correct tools to use, in the present work shows the implementation of NoSQL for Windows Azure Table Storage tables in the development of a generic platform for the Internet of things, where the higher technological Institute of Huichapan students tested with 13 projects for a period of 3 months.

Keywords: Asp.Net, C#, Microsoft Azure, NoSQL, TableStorage,

1 Introducción

El Internet de las Cosas (IoT) es un conjunto de tecnologías que ya es una tendencia tecnológica, el uso de herramientas correctas para su uso, en el presente trabajo se muestra la implementación de tablas NoSQL de Windows Azure Table Storage en el desarrollo de una plataforma genérica para el Internet de las Cosas, donde alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan probaron con 13 proyectos durante un periodo de 3 meses.

2 Marco teórico

En informática, NoSQL es un conjunto de tecnologías de gestión de base de datos que difieren del modelo tradicional de base de datos relacional tradicional, principalmente porque no utilizan el SQL como lenguaje de consulta (hay algunas implementaciones que soportan lenguajes parecidos como CouchDB relax creada por Apache [1]), además de que no requieren una estructura fija y comúnmente no soportan operaciones de tipo JOIN, tampoco garantizan la atomicidad, consistencia y aislamiento, algunas implementaciones se basan en:

- Base de datos documentales
- Base de datos en grafo
- Base de datos de clave/valor
- Base de datos orientadas a objetos
- Base de datos tubular, y
- Base de datos de arreglos

Según la documentación de Microsoft Azure: Un servicio de almacenamiento en tablas permite almacenar grandes cantidades de datos estructurados. Teniendo un servicio NoSQL como almacén de datos, permite que acepte llamadas autenticadas desde dentro y fuera de la nube (en este caso Microsoft Azure), estas tablas son ideales para el almacenamiento de datos estructurados no relacionales.

Entre los usos más frecuentes de los servicios de tablas de datos se encuentran:

- Almacenamiento de TB de datos estructurados capaces de ofrecer servicio de aplicaciones de escalado web.
- Almacenamiento de conjunto de datos que no requieren uniones complejas, claves externas o procedimientos almacenados y que pueden desnormalizarse para obtener acceso rápido.
- Consulta rápida de datos mediante un índice agrupado
- Acceso a datos mediante el protocolo OData y las consultas LINQ con bibliotecas .NET del servicio de datos WPF.

De forma general se puede usar un servicio de tabla para almacenar grandes conjuntos de datos estructurados no relacionales y realizar consultas sobre ellos ganando escalabilidad a medida que aumenta la demanda de la misma. [1]

En el mercado se ofrecen gran variedad de servicios o sistemas de almacenamiento NoSQL, como ejemplo tenemos [2]:

- Cassandra, del tipo clave-valor, con su propio lenguaje: Cassandra Query Language, implementada en Java.
- Hadoop, escrita en Java y provee procesamiento distribuido para un gran conjunto de datos alojados en clusters de computadoras.
- MongoDB, escrita en C++, base de datos documental
- Azure Table Storage, colección de entidades de forma libre, redundancia por triplicado y accesible vía REST o ATOM.

2.1 Funcionamiento de las TableStorage de Microsoft Azure

TableStorage es la propuesta de Microsoft para su almacenamiento NoSQL, bajo el esquema de clave-valor, en esta, no existen características relacionales, las tablas son

independientes y no existen llaves foráneas o joins por lo cual no se permiten realizar consultas que involucren más de una tabla.

Dichas tablas almacenan los datos en el Microsoft Azure Storage, no hay límite en el tamaño de la tabla.

Cada tabla puede incluir entidades de más de un tipo, por lo que se permite que una tabla pueda contener más de un tipo de objetos, pudiendo incluso ser cada entidad (fila en el modelo entidad relación) de distinto tamaño o número de propiedades (campos en el modelo entidad relación).

Las entidades almacenadas representan objetos de dominio simple que cuando son insertados son serializados y para obtenerlos se deserializan.

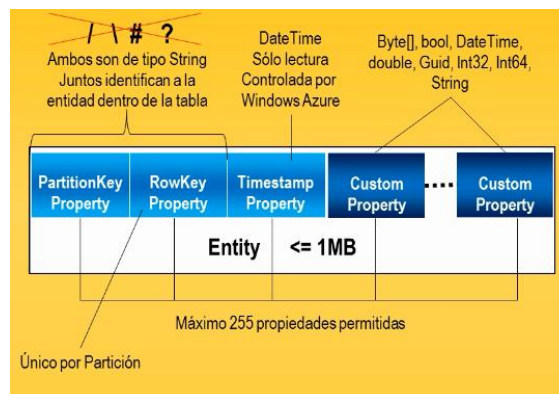


Fig. 8: Estructura genérica de una tabla NoSQL en Azure Table Storage [3]

Cada entidad está compuesta por varias propiedades que deberán tener una PartitionKey, la cual define el nombre de la partición de la tabla (es una forma de subdividir la tabla en cuestión o incluso sirve para una mejor organización) [3]

3 Metodología usada

El principal motivo del uso de una tabla NoSQL se refiere principalmente a que no se requieren complejas consultas, fácil y rápida recuperación de la información.

El objetivo de la plataforma donde se implementa NoSQL es ofrecer un modo de almacenar las lecturas de sus dispositivos y/o sensores relacionados al mundo Maker o Internet de las Cosas, del mismo modo proveer una forma rápida de recuperación de la información.

Como primer paso se modelo la estructura de objetos a almacenar en las Tablas de Azure Storage, para tal efecto, se obtuvieron las siguientes:

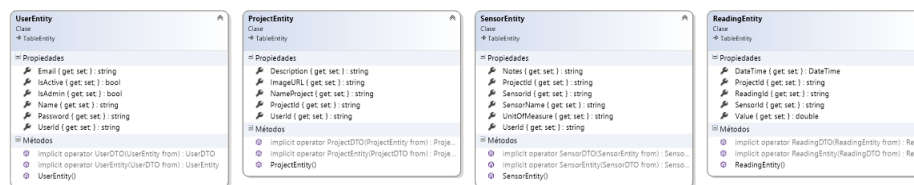


Fig. 9: Lista de clases a implementar en Table Storage

Como se puede observar en la figura 2, se tienen 4 clases, las cuales contienen básicamente información de:

- UserEntity: Contiene la información básica del usuario de la plataforma
- ProjectEntity: Contiene la información de los proyectos dados de alta por el usuario
- SensorEntity: Contiene la información de los sensores de cada proyecto
- ReadingEntity: Contiene como tal la lectura, su fecha y hora para cada lectura de cada sensor.

A pesar de ser básicamente 4 objetos, muy sencillos, estas derivan de la clase TableEntity, necesarias para el uso de TableStorage, ya que esta ultima clase les agrega características propias como el TimeStamp, el PartitionKey y el RowKey, necesarias para poder recuperar la información, estos objetos son los que realmente se almacenan en las TableStorage de Microsoft Azure, sin embargo, estos objetos no son los que realmente se utilizan en el resto de la plataforma, de forma que existe una clase similar pero sin heredar de TableEntity, la transformación de estos objetos se realiza mediante

AutoMapper [4] que le entregamos un objeto tipo Entity y nos regresa un objeto de tipo DTO y viceversa.

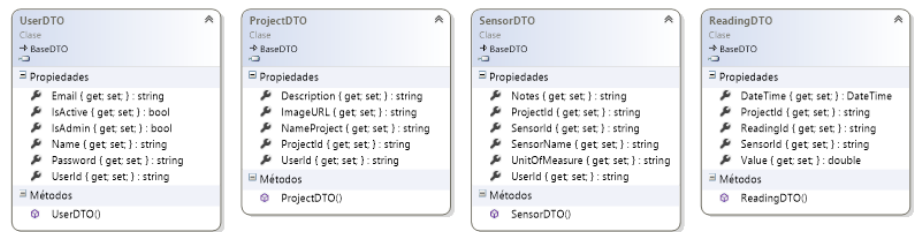


Figura 10. Objetos de tipo DTO utilizados en el resto del Proyecto.

El almacenamiento interno en Microsoft Azure, se hace en una sola tabla, la cual presenta la siguiente estructura:

The screenshot shows a table named 'IoTCloud' with the following columns: PartitionKey, RowKey, Timestamp, Description, ImageURL, NameProject, ProjectId, UserId, ReadingId, SensorId, DateTime, and Value. The table contains multiple rows of data, including projects like 'TEST IoTCloud', 'sensor de temp.', 'Sensores', 'sistemas progra...', 'Sistemas Progra...', '213', 'Celda Solar', 'prueba master', 'Proximidad_LCD', 'Demo Sistemas', 'Gas', 'AppComb', 'DomesticSoft', 'Experiencias NL', 'Datos de Temp.', and 'Temperatura ac...'. The data is organized into two main sections based on the PartitionKey, with the first section containing project and sensor information, and the second section containing reading data.

Fig. 11. Estructura actual de la tabla IoTCloud, donde se almacenan las entidades de la plataforma.

Como se puede observar en la figura 4, es una tabla donde hay campos o columnas vacías, ya que estos campos perteneces a entidades que no contienen esas propiedades. En la columna Partition Entity, se puede apreciar prácticamente 2 secciones o particiones que son justamente la separación entre entidades.

Para almacenar o recuperar la información se utiliza el paquete Windows Azure Storage obtenido de Nugget.org el cual provee las clases necesarias para acceder a las Windows Azure Storage.

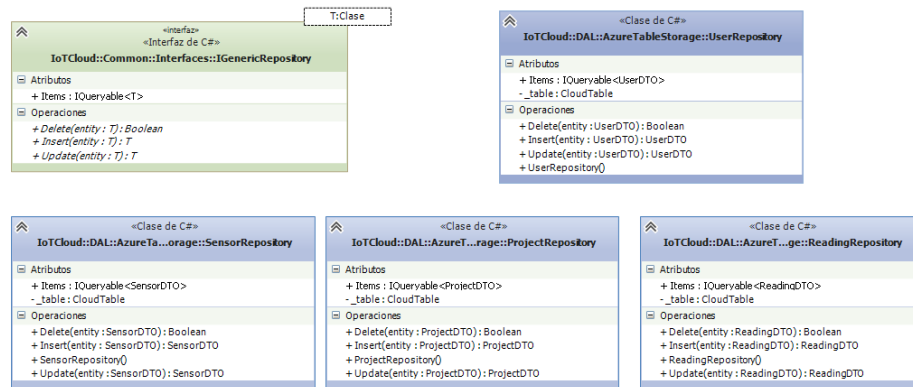


Fig. 12 Interfaz genérica e implementación de clases para el uso de Table Storage

Como se aprecia en la figura 5, existe una interfaz genérica que contiene los contratos para la implementación de un CRUD (Crear, Leer, Actualizar y Eliminar, por sus siglas en inglés) y a su vez unas clases que implementan dicha interfaz donde cada una de las particiones de las tablas son accedidas de forma separada y transformada.

4 Resultados experimentales

Como resultados se desarrolló una plataforma genérica para el internet de las cosas, usando Windows Azure Storage, Asp.Net, C#, Automapper y otras herramientas de diseño web, actualmente está alojada en la siguiente URL: <http://iot-cloud.azurewebsites.net/> donde 18 alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales para la materia de Sistemas Programables en el semestre de Agosto – Diciembre de 2015, hicieron uso de esta plataforma para implementar proyectos relacionados con domótica e internet de las cosas, dichos proyectos aprovechaban las ventajas de la plataforma, donde al inicio del semestre se les comento que trabajarían con una está para almacenar, administrar y recuperar sus datos, trabajaron durante todo el semestre y se crearon un total de 15

proyectos, 50 sensores y un total de 4910 lecturas, hasta el final del semestre se les comento que estaban trabajando con una plataforma que hacía uso de tablas NoSQL y no una Base de datos relacional como ellos pensaban; comentaron que realmente no notaron la diferencia ya que parecía ser una base de datos relacional.

La plataforma IoTCloud permite a los desarrolladores de dispositivos del IoT no involucrarse en el proceso de desarrollo del sistema que permite el almacenamiento y recuperación de los datos y con esto permitirá concentrarse en el desarrollo de sistemas electrónicos y/o dispositivos que carguen información y que posteriormente pueden recuperar de manera fácil y sencilla, permitiendo así concentrarse en el dispositivo electrónico y no el medio de almacenamiento y/o recuperación de los datos.

Tabla 4. Ejemplos de lecturas que pueden ser almacenadas en IoTCloud.

PARÁMETRO	UNID. DE MEDIDA	VALOR
Temperatura	°C	23.4
Peso	Gr	568.0
Distancia	Cm	45.0
Cantidad	Unidades	87.0
Tiempo	Min	5.3
Conteo	Ocurrencias	34.0

En una primera instancia, cualquier persona que requiera capturar información con una estructura similar a <Parámetro, Unidad de medida, Valor> podría hacer uso de esta plataforma, ejemplos de estos se muestran en la Tabla 1.

Por lo que prácticamente cualquier tipo de lectura se podría administrar, esto significa que cualquier dato obtenido ya sea de un sensor o incluso un conteo manual se puede manipular.

A prácticamente un año de trabajo con el proyecto, se cuenta con lo siguiente:

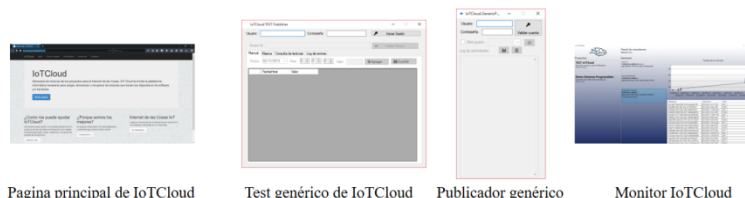


Fig. 6: Ventana principal y principales clientes genéricos de IoTCloud. Fuente: Construcción propia

1. Plataforma web, primera versión, en la cual ya un usuario puede crear su cuenta, crear cualquier número de proyectos, por cada proyecto varios sensores y en cada sensor cargar prácticamente un número ilimitado de lecturas, dicha plataforma se encuentra disponible en: <http://iot-cloud.azurewebsites.net/>
2. Actualmente se cuenta con la primera versión de APIs disponibles: uno en versión REST FULL y otro en versión WCF.
3. Se ha creado la primera versión de una DLL para poder ser usada en lenguajes basados en el Microsoft .Net Framework.
4. Se tienen creados algunos clientes genéricos para el uso de la plataforma:
 - a. Publicador Genérico, dando una forma fácil de publicar al diseñador del dispositivo, solo requiere indicar sus credenciales y cada vez que desee cargar un dato, enviar el dato vía COM (ya sea físico o virtual vía USB o Bluetooth).
 - b. TEST Genérico: donde el usuario puede crear lecturas aleatorias para prueba de la plataforma o de hardware, así mismo puede recuperar las lecturas y eliminar las no deseadas.
 - c. Monitor IoTCloud, software que permite monitorear y obtener graficas de los sensores que se tienen
 - d. IotCloud Android, Cliente básico que permite la publicación manual de datos y monitoreo de los mismos.

5 Conclusiones y trabajos futuros

Como se puede apreciar, implementaciones de tablas NoSQL son posibles en proyectos que no requieran complejidad en las relaciones entre tablas, la forma que se usó para agregar o simular las relaciones es crear una propiedad que ayudara a realizar la consulta, se podría decir que se perdió el espacio de esa propiedad, pero el rendimiento de las tablas NoSQL en comparación con una Base de datos relacional es mayor.

La implementación de tablas NoSQL, en este caso Windows Azure Table Storage resulto conveniente y fácil de usar para este proyecto, es cierto que no es la solución para todos los proyectos, pero de cierta forma en proyectos que no se requiera gran complejidad en las consultas y ganar velocidad es la mejor opción.

Como trabajos futuros se pretende desarrollar la misma plataforma en la misma nube publica (Microsoft Azure) y desarrollar un estudio de velocidad más a fondo donde

entre otras cosas se pruebe capacidad de inserción, eliminación, actualización y recuperación de información, también se pretende desarrollar un estudio en cuanto al costo monetario del uso de estas.

Referencias

- [1] Apache Software Foundation, «Technical Overview,» Apache Software Foundation, 2016. [En línea]. Available: <http://docs.couchdb.org/en/1.6.1/intro/overview.html>. [Último acceso: 26 Abril 2016].
- [2] «Your Ultimate Guide to the Non-Relational Universe!,» [En línea]. Available: <http://nosql-databases.org/>.
- [3] T. Myres, «Introducción al Almacenamiento de tablas de Azure mediante .NET,» Microsoft Corporation, 07 Abril 2016. [En línea]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-es/documentation/articles/storage-dotnet-how-to-use-tables/>. [Último acceso: 26 Abril 2016].
- [4] J. Bogard, «AutoMapper,» 24 Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.nuget.org/packages/AutoMapper>. [Último acceso: 20 Febrero 2016].

Reduciendo tiempo y costo en desarrollo de aplicaciones web con Delta Grid MVC

Juan Alberto Cerino Gómez ¹

¹ LabSolutionsIT, Laguna del espejo #301, Colonia Guadalupe Borja, Villahermosa,
Tabasco, 86120, México
jcerinogomez@gmail.com

Resumen. El desarrollo de software se componen de varias etapas: Comienzo, Elaboración, Construcción y Transición [1], pero durante la fase de construcción, podemos reutilizar componentes que nos ayudan a reducir costo y tiempo en el proceso, el componente Delta Grid MVC permite implementar reutilización de código de tareas repetitivas, tales como, tabla para ver datos, formularios de captura, mapeo de datos, consultas a base de datos, usando tecnología actual como: AngularJS, Web Api, JSON, MVC, Programación asíncrona, que ayudan a tener un mejor rendimiento en la aplicación web, pero, además de ofrecer estos beneficios, también permite que la fase de mantenimiento del software sea más fácil de realizar, ya que permite agregar campos dinámicos a las tablas de base de datos, sin necesidad de modificar código ni de republicar la aplicación web.

Keywords: WebAPI, JSON, AngularJs, Campos dinámicos, Reutilización.

1 Introducción

Actualmente el desarrollo de Sistemas web ha ido en aumento, existen muchas tecnologías y frameworks para crearlos, además, con la revolución de la computación en la nube, los sistemas web, pueden ser percibidos como aplicaciones de escritorio, con la diferencia de poder acceder desde cualquier parte del mundo, además, según Notimex [5], el 35 % de las compañías en México utilizan al menos una aplicación en la nube, esto nos indica que actualmente, las empresas tienen más confianza en las aplicaciones web.

Cada vez que comenzamos una aplicación web, existen elementos o controles que pueden ser reutilizados, por ejemplo, una aplicación web siempre cuenta con catálogos que permiten administrar los datos que se usan en todo el sistema, Delta Grid MVC, ayuda a la administración de estos catálogos, permitiendo de manera fácil y rápida, crear una pantalla con operaciones CRUD(Consulta-Consult, Lectura-Read, Actualización-Update y Eliminar-Delete) en cuestión de minutos, obteniendo los datos

de una Web API con formato Json para el intercambio de información, esto, aumenta el tiempo de respuesta del sistema.

En una aplicación web o de escritorio, es común que surjan cambios en la estructura de nuestra base de datos, ya sea por nuevos requerimientos o correcciones, esto nos lleva a cambiar nuestro código y publicar nuevamente nuestra aplicación web, Delta Grid MVC, permite manejar tablas dinámicas, además de poder agregar columnas dinámicas a las tablas existentes, esto evita modificar la estructura de nuestra base de datos sin necesidad de recompilar y publicar nuevamente nuestra aplicación.

2 Estado del arte

[3]El tráfico web es responsable de un buen porcentaje del tráfico en internet, que ha ido creciendo gradualmente desde que apareció la web (Protocolo HTTP) y hoy en día predomina respecto al resto de los protocolos.

Inicialmente la web era simplemente textos e imágenes, pero con la aparición de lenguajes de programación y herramientas, fue fácil extender los servicios que la web puede ofrecer, es por eso que surgió la web 2.0, la cual, tiene 3 pilares que la conforman [3]:

1. Aplicaciones ricas en internet

También conocidas con las siglas RIA, son aquellas páginas web que ofrecen servicios que las asemejan a las aplicaciones de escritorio.

2. Arquitectura orientada a servicio

Tecnología que permite diseñar aplicaciones basándose en realizar peticiones a un determinado servicio, de esta forma, se puede crear pequeños elementos de software reutilizables.

3. Web social

El término se refiere a que el usuario posee una interacción mucho mayor en la web siendo participe de lo que en ella ocurra

De igual manera, hay un concepto que está revolucionando la forma de construir aplicaciones web: aplicaciones en la nube o cloud computing, de manera resumida, se basa en programación distribuida de aplicaciones, pero a tal nivel que las aplicaciones se distribuyen incluso por cientos de servidores de partes distintas del planeta y así poder responder a una demanda ingente de peticiones de servicio y además poseer una altísima capacidad de tolerar fallos [3].

El desarrollo de software está conformado por ciclos, los cuales requieren tiempo y por lo tanto, gastos, existe un concepto con el cual podemos reducirlos: la reutilización, los beneficios que brinda la reutilización [4]:

1. **Disminuir los plazos de ejecución de proyectos:** porque se evita construir nuevamente funciones, funcionalidades o componentes.
2. **Disminuir los costos de mantenimiento**
3. **Aumentar la fiabilidad,** al utilizar elementos reutilizables procedentes de suministradores seguros
4. **Aumentar la eficiencia,** ya que los desarrolladores implementarán versiones optimizadas de algoritmos y estructura de datos.
5. **Aumentar la consistencia de los diseños** y mejorar la arquitectura del sistema, especialmente cuando se utilizan frameworks o bibliotecas bien estructuradas.
6. **Invertir,** el reutilizar elementos se ve recompensado con ahorros importantes, permitiendo a la empresa invertir en otras áreas

3 Metodología RUP

La metodología RUP fue usada para crear el control Delta Grid MVC, se eligió esta metodología porque contempla un análisis completo del producto, al iniciar el proyecto se especifican el alcance total, así como los objetivos generales; las etapas de esta metodología se describen a continuación:

3.1 Comienzo (Inception)

Esta etapa es la inicial del ciclo de vida de RUP, el objetivo principal de esta etapa es entender el alcance del proyecto y los objetivos además de obtener información suficiente para indicar como realizar el documento, los objetivos de esta etapa son:

1. Entender lo que se va a construir
2. Identificar las funcionalidades del sistema que son claves
3. Determinar al menos una posible solución
4. Entender el costo, calendario y riesgos
5. Decidir cómo proceder durante el proyecto y que herramientas se deben usar

3.2 Elaboración (Elaboration)

En esta etapa se define la arquitectura base del Sistema con el fin de proporcionar una base estable para la mayor parte del esfuerzo de diseño e implementación en la fase de construcción, los objetivos de esta etapa son:

1. Entender a detalle los requerimientos
2. Diseñar, implementar, validar y establecer la arquitectura para el sistema

3. Mitigar los riesgos esenciales y proporcionar horario y costo estimados más precisos
4. Refinar el proceso de desarrollo y colocar el ambiente de desarrollo en acción

3.3 Construcción (Construction)

Esta etapa se centra en el diseño detallado, implementación y prueba para dar cuerpo a un sistema completo, es la etapa que consume más tiempo y tiene más costo, [1] aproximadamente el 65% de esfuerzo lo consume esta etapa y un 35% de tiempo.

Los objetivos de esta fase son:

1. Minimizar costo de desarrollo y lograr un cierto grado de paralelismo
2. Desarrollar un producto completo de forma iterativa, que esté listo para la transición.

3.4 Transición (Transition)

La etapa de construcción finaliza con la creación de una versión beta funcional del sistema, incluyendo instalador, documentación y capacitación, en la etapa de transición se encarga de preparar el sistema para liberación.

Comúnmente, esta etapa se conforma de 2 iteraciones en las cuales se hacen pruebas y se atienden los errores o sugerencias de usuario, los objetivos de esta etapa son:

1. Validación de la versión beta para el cumplimiento de las expectativas del usuario
2. Capacitación a usuarios
3. Preparar publicación de sitios y base de datos productivas
4. Preparar paquete de producción, publicidad, puesta en marcha, venta
5. Conseguir acuerdo de satisfacción entre cliente y empresa
6. Mejorar el rendimiento en futuros proyectos de acuerdo a la experiencia adquirida

4 Pruebas y Resultados

A continuación se expone el siguiente sistema web que se desarrolló de forma tradicional, la descripción del sistema es el siguiente:

Sistema administrador de formatos

El sistema se encarga de controlar y autorizar los formatos internos de una empresa, el sistema debe permitir la autorización para poder imprimir el formato, así se evita errores en captura y ahorro en impresiones repetidas de un formato.

El tiempo estimado fue de 6 meses, en el siguiente diagrama de gannt se muestra los tiempos de construcción de pantallas:

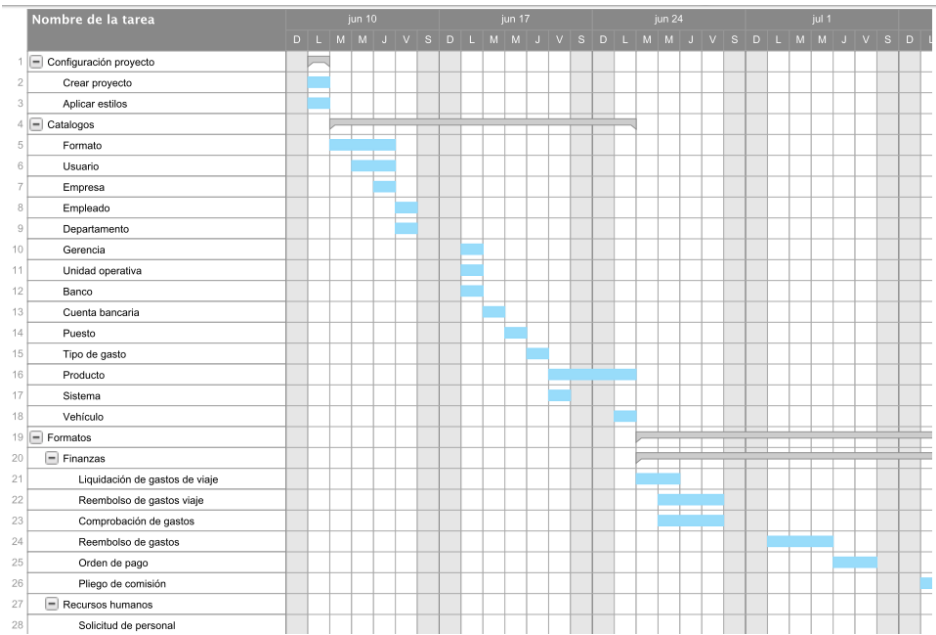


Fig. 1. Tiempo estimado de elaboración de pantallas en la etapa de construcción.

Como podemos ver, los catálogos consumen un buen porcentaje de tiempo en el desarrollo, ya que se requiere crear una pantalla para cada uno, en ocasiones, esta tarea es repetitiva, ya que solo algunos catálogos requieren de lógica especial.

El costo estimado se calculó de acuerdo a las horas de trabajo, se manejó un precio de 180 pesos por hora/persona, lo cual arrojó un precio total de 89,000.00 pesos.

Sistema administrador de costo de proyectos

A continuación, se describe el proyecto que usa el componente Delta Grid MVC:

El proyecto se encarga de administrar los proyectos de una empresa, permitiendo programar costo estimado y real de una tarea, permite manejar proyectos, los cuales se relacionan con un presupuesto, esto ayuda ver el estado del presupuesto de acuerdo a los avances reportados de cada tarea.

El siguiente diagrama de Gannt, muestra el tiempo de desarrollo de algunos catálogos del sistema:

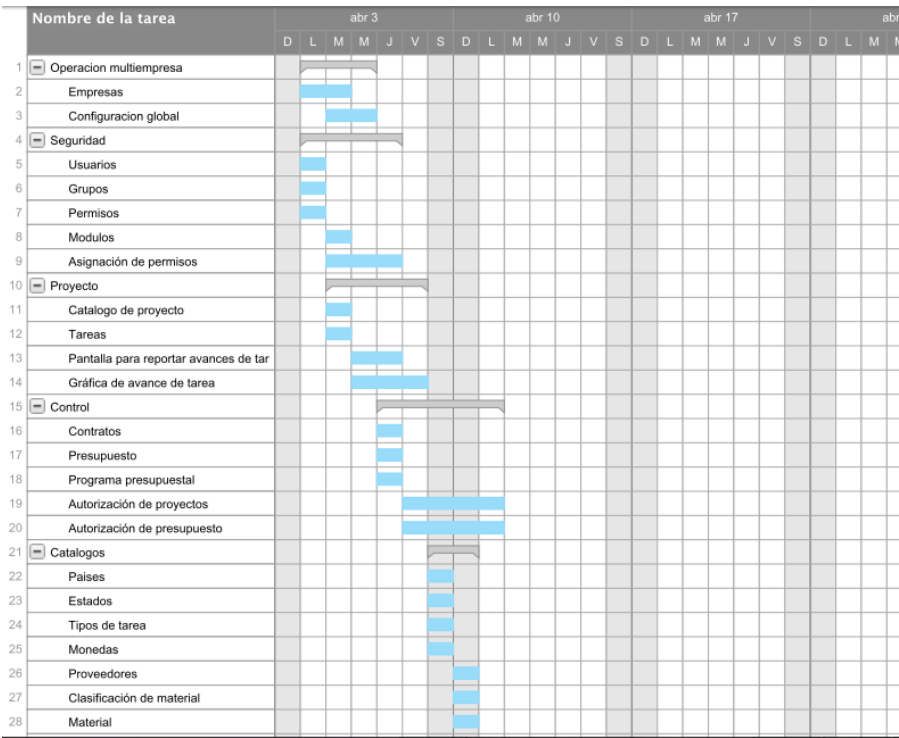


Fig. 2. Tiempo estimado de elaboración de pantallas en la etapa de construcción.

Se puede observar que la construcción de pantallas para catálogos tomó del 4 al 11 de abril, es decir 6 días laborales.

El tiempo estimado de entrega fue de 30 días laborales.

El costo estimado se calculó de acuerdo a las horas de trabajo, se manejó un precio de 200 pesos por hora/persona, lo cual arroja un precio total de 48,000.00.

Como podemos observar, el ahorro de tiempo y costo es significativo usando el componente Delta Grid MVC, ya que con una sola pantalla, podemos administrar diferentes catálogos, compartiendo el diseño, creando estándares entre la aplicación, reutilizando código, además, el componente permite agregar lógica especial a cada catalogo sin necesidad de crear otra pantalla.

5 Conclusiones e investigaciones futuras

En este documento se muestran las ventajas que nos proporciona el componente Delta Grid MVC para el desarrollo de aplicaciones web, como se logra apreciar en las pruebas, el componente Delta Grid MVC permite ahorrar tiempo y costos implementando la reutilización de código, todo esto usando tecnologías web como: AngularJS, WebApi, JSON, XML, MVC.

También, nos permite un mejor mantenimiento del software, una vez publicado, ya que contiene una sección administrativa la cual nos permite cambiar, en tiempo de ejecución, los datos y estilos de nuestros catálogos.

El componente está abierto para agregar extensiones o personalizar los controles que son usados para tratar y mostrar los datos.

La arquitectura modular del componente Delta Grid MVC, permite agregar nuevas funcionalidades, en el futuro se pretende implementar:

- **Edición mediante archivos Excel**, es decir, poder importar datos a una tabla, desde un archivo Excel.
- **Exportar a Excel**, poder descargar la tabla de datos en formato Excel.
- **Soportar otros framework** de lado del cliente, actualmente se usa AngularJS para controlar las operaciones en la tabla, pero se pretende poder soportar otros frameworks JS como son: Ember, ReactJS, Angular2.
- **Soportar ORM**, actualmente, las operaciones de consulta a la base de datos, se hacen con ADO.NET, pero se pretende poder soportar paquetes ORM para las operaciones.
- **Configuración dinámica** por medio de XML o JSON, actualmente la configuración se guarda en base de datos y cache, pero se pretende soportar archivos XML o JSON, para no consultar a la base de datos.

Agradecimientos: Mi agradecimiento especial a Lili, ya que fue quien me impulsó a escribir este artículo.

Referencias

- [1] Philippe Kruchten; Per Kroll. *The Rational Unified Process Made Easy: A Practitioner's Guide to the RUP*. Addison-Wesley Professional, 2003.
- [2] Xavier Vilajosana Guillén y Leandro Navarro Moldes. Arquitectura de aplicaciones web. UOC, PID_00184783, 2012.
- [3] Jorge Sánchez Asenjo, Servidores de aplicaciones web, 2011. <https://openlibra.com/es/book/download/servidores-de-aplicaciones-web>.
- [4] Macario Polo Usaola, *Desarrollo de software basado en reutilización*. UOC, PID_00184467 , 2013.
- [5] Notimex, 2014, <http://www.dineroenimagen.com/2014-06-29/39561>

iMIND, Plataforma basada en Internet de los Vehículos para Detección de Situaciones de Riesgo Vial

Mayra Yazmín Montiel Sandoval¹, Juan Antonio Guerrero Ibáñez², Juan Contreras-Castillo³ y Raymundo Buenrostro Mariscal⁴

Facultad de Telemática - Universidad de Colima, Av. Universidad 333, Colonia Las Víboras, Colima, 28040. México

mmontiel@ucol.mx¹, antonio_guerrero@ucol.mx², juancont@ucol.mx³,
raymundo@ucol.mx³

Resumen. Una de las causas más comunes de accidentes viales es la distracción, la cual puede causar en los conductores una disminución en la capacidad de observación y en los tiempos de reacción, desconocer cómo actuar en situaciones tales como la disminución de velocidad abrupta, o predecir lo que otros conductores pueden hacer. El Internet de los vehículos es una tendencia, investigada en los últimos años, enfocada en la creación de un sistema de transporte más seguro, eficiente y sustentable. En este trabajo presentamos *iMIND* una plataforma para detectar el nivel de concentración del conductor con el objetivo de prevenir accidentes viales. Se propone una arquitectura *middleware* que permite la comunicación entre los vehículos, peatones y servicios de emergencia cuando se detecta una situación anormal en el conductor. Los resultados preliminares muestran una detección adecuada de meditación y atención que permite evaluar el estado emocional del conductor.

Keywords: comportamiento de conductores, internet de vehículos, emociones, neurosky.

1 Introducción

Según un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en la actualidad los accidentes de tránsito son la novena causa de muerte a nivel mundial con alrededor de 1.3 millones de personas fallecidas por año. Aunado a esto, el informe presenta un panorama poco alentador, en el cual cada año cerca de 400,000 personas menores de 25 años perecen en las carreteras del mundo [1]. En estos accidentes viales, la distracción del conductor es un factor importante que ha ido en aumento, en específico, el uso de dispositivos móviles ha afectado el comportamiento de los conductores, disminuyendo

su capacidad cognitiva para reaccionar, aumentando cuatro veces más el riesgo de verse involucrados en un accidente [2].

Sin embargo, de acuerdo a la compañía DMV, se ha comprobado que el estado emocional del ser humano ha exhibido un nivel de distracción aun mayor que el experimentado por los usuarios de teléfonos celulares. Dichas emociones pueden causar en los conductores una disminución en las capacidades de observación, de reacción y de conocimiento de situaciones de riesgo. Esa incapacidad para controlar las emociones mientras se conduce es frecuentemente identificada como una de las mayores causas de accidentes viales. La frustración, ansiedad, miedo y estrés son estados negativos que pueden afectar la forma de conducir de una persona y de esta forma poner en riesgo al resto de los conductores [3].

Como un esfuerzo importante surgió la industria automotriz y los investigadores del área tecnológica han marcado una tendencia para usar sistemas de telecomunicaciones dentro del vehículo, generando así el concepto de redes vehiculares (*VANET – Vehicular Ad-hoc networks*). En las VANETs los vehículos están equipados con equipos a bordo que permiten la comunicación con otros vehículos directamente (*V2V – Vehicle-to-vehicle*) o a través de equipos fijos, extendiendo de esta forma la cobertura de comunicación (*V2I – Vehicle-to-Infrastructure*), todo esto mediante tecnologías inalámbricas de corto alcance como IEEE 802.11p (Fig. 1).

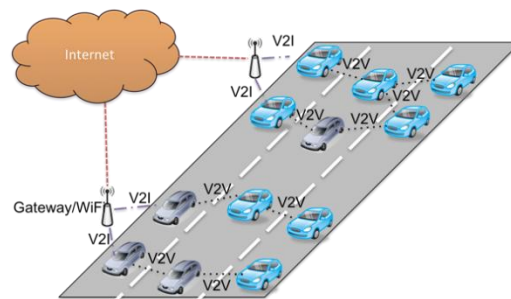


Fig. 1. ejemplificación de redes vehiculare (VANET).

Por otro lado, expertos tecnológicos estiman que para 2020 habrá alrededor de 50 billones de dispositivos conectados a la red, dentro de los cuales los vehículos constituirán una porción significativa [4]. Esta nueva era, conocida como *Internet de las cosas*, está conduciendo la evolución visionaria de las redes vehiculares (*VANET – Vehicular Ad-hoc Networks*) hacia el paradigma de *Internet of Vehicles (IoV)* para considerar a cada vehículo como un objeto inteligente equipado con plataforma multi-sensores, unidad computacional y tecnologías de comunicación para proporcionar

conectividad basada en IP hacia el Internet u otros vehículos que contribuya a un mundo de transporte más seguro, eficiente y sustentable [5]. *IoV* se creará para ayudar a reducir los problemas que la sociedad moderna enfrenta en relación al sistema de transporte [6-8]. Básicamente *IoV* hace referencia a vehículos y objetos de la infraestructura de transporte, que se conectan a través de la infraestructura *all-IP* para intercambiar información directa e indirectamente.

La problemática mencionada anteriormente y el paradigma de *IoV* dan surgimiento a *iMIND*, una propuesta de plataforma basada en *IoV* para detección de emociones que generen situaciones de riesgo dentro de un entorno de conducción vial. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 se centra en la discusión de trabajos relacionado con el área de aplicación de *iMIND*. La sección 3 presenta la propuesta de arquitectura de integración de tecnologías emergentes para detección de emociones. Una serie de pruebas preliminares se presenta en la sección 4. Finalmente presentamos conclusiones y trabajos futuros en la sección 5.

2 Trabajos relacionados

Hasta ahora no existe un método para medir y clasificar emociones. Con respecto a la interacción de las tecnologías dentro de un entorno vehicular se han realizado varios esfuerzos por abordar el tema de detección de estados emocionales y sus efectos. En [9] se propone una herramienta llamada *Driving Psychology* que analiza las áreas afectivas, cognitivas y sensomotor. En [10] los autores presentan un trabajo que propone una metodología para la evaluación de los estados emocionales de los conductores en carreteras. El trabajo usa electromiogramas faciales, electrocardiograma, respiración y actividad electro-dérmica. Sin embargo, la información no se puede monitorear remotamente en tiempo real ya que toda la información se guarda en el equipo central y posteriormente es analizada. Por otro lado, en [11] los autores proponen un sistema llamado *AUBADE* que permite la evaluación efectiva de emociones en tiempo real y de forma remota. Las pruebas del sistema se realizaron dentro de un entorno simulado de carreras de vehículos. Sin embargo, la herramienta solamente se enfoca a su utilización en competencias de carreras y sirve como una herramienta complementaria a la telemetría que utilizan los equipos de carreras para conocer las condiciones del conductor. Otros autores presentan un modelo de relación emoción y rendimiento en el contexto de la conducción de vehículos utilizado en el diseño de sistemas inteligentes de emoción-rendimiento que puede predecir y prevenir la degradación del rendimiento de la tarea en una etapa temprana y durante las interacciones humano-computadora [12]. En [13] se propone un sistema para monitorear la actividad celular y el estrés de los usuarios mediante un bio-sensor no-invasivo para medir la actividad electro dérmica (EDA). Trabajos más recientes como el publicado en [14] proponen una red neuronal basada en aprender patrones de estrés inducido con la conducción y la correlación de cambios estadísticos, estructurales y de tiempo-frecuencia observadas en las bio-señales.

Aunque se han realizado muchos esfuerzos por detectar estados emocionales de los individuos en un entorno de conducción es necesario generar mecanismos que permitan la difusión de estados emocionales críticos que representan situaciones de riesgo para el resto de los conductores y es ahí donde surge *iMIND*, con la necesidad de utilizar el paradigma *Internet de los vehículos* para la detección y difusión de situaciones de riesgo vial.

3 Descripción de *iMIND*

iMIND propone una arquitectura *middleware* para detectar emociones (estrés, concentración, enojo, tristeza, entre otros) y definir posibles acciones a seguir, por ejemplo, notificaciones a servicios de emergencia, vehículos y peatones dentro del entorno de detección (alrededor de 300 mts [15]), contribuyendo a la prevención de situaciones de accidentes viales. En esta sección explicamos el escenario de aplicación y la arquitectura propuesta para *iMIND*.

3.1 Escenario propuesto.

iMIND propone un escenario de aplicación que define tres etapas de funcionamiento como se muestra en la figura 2. En la primer etapa, la cual denominamos *adquisición*, el conductor es monitoreado en tiempo real a través de una serie de sensores corporales o implementados en el vehículo (por ejemplo volante, asiento, entre otros). Los sensores envían, en tiempo real, información sobre estado del conductor un dispositivo de control central (un sistema embebido) a un punto central dentro del vehículo a través de tecnologías inalámbricas (bluetooth, wifi, 802.15.4, entre otras). El punto central recibe la información la identifica, clasifica y procesa mediante un algoritmo que permite determinar el estado del conductor, a esta etapa le llamamos *evaluación*. Cuando se detectan valores inusuales que indiquen una emoción que pueda generar una situación de riesgo vial se activa la etapa de *notificación*. De acuerdo a la situación detectada, el vehículo hace uso de la red inter-vehicular o la red celular para enviar un mensaje de alerta a conductores o peatones alrededor, o a los servicios de emergencia dependiendo la situación, además de almacenar un expediente de comportamiento del conductor con el objetivo de identificar conductores de alto riesgo en etapas posteriores del proyecto, lo que permitirá reducir los riesgos y accidentes viales.



Fig. 2. Escenario de aplicación de *iMIND*.

3.2 Arquitectura de *iMIND*.

iMIND está basado en el modelo de 4 capas definido por *CISCO* para el paradigma del *IoV* [16], adaptándolo a los requerimientos de *iMIND*. Las capas definidas en *iMIND* se muestran en la figura 3. La capa de adquisición cubre la serie de sensores que son utilizados para la obtención de diferentes variables fisiológicas que ayuden a detectar estados emocionales y condición de salud del conductor. La capa infraestructura define todas las tecnologías que permiten la conexión de los diferentes actores incluidos en *iMIND*. La capa operación es responsable de todo el procesamiento de los datos, la aplicación de las diferentes políticas y la gestión del flujo de información. Finalmente, la capa servicio especifica la difusión de información de situaciones de riesgo vial a los involucrados dentro del entorno (peatones, vehículos, servicios de emergencia), así como el servicio de almacenamiento de información en la nube.



Fig. 3. Modelo de capas de *iMIND*

Después de la definición del modelo de capas de *iMIND*, se propone una arquitectura *middleware* como la que se muestra en la figura 4, donde se presentan los diferentes elementos y entidades funcionales que la conforman. La arquitectura está compuesta de 3 elementos: la *Unidad de Almacenamiento de información (UAI)*, la *Unidad de Adquisición de datos (UAD)* y la *Unidad de Toma de Decisiones (UTD)*.

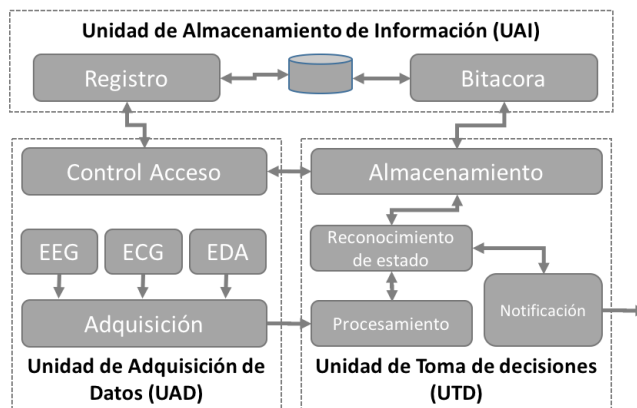


Fig. 4. Arquitectura Middleware de *iMIND*

La *UAI* es responsable de mantener la bitácora de cada uno de los usuarios de *iMIND*. Estas bitácoras permiten tener un expediente de comportamiento de cada uno de los usuarios, lo que facilita identificar el comportamiento del conductor. En nuestra propuesta, dicha información se almacena en la nube, con lo cual otros sistemas pueden aprovechar dicha información para generar diferentes estadísticas (por ejemplo, zonas de mayores riesgo, estadísticas de comportamiento de conductores, etc).

La *UAD* es responsable de autenticar al usuario al inicio de la sesión. Todo usuario tiene un identificador único usado para llevar un control de registros de comportamiento de conducción. El módulo de adquisición está a cargo de controlar la recolección de todos los datos que son generados por los diferentes sensores utilizados y de enviar dicha información al *UTD* para su procesamiento. *UTD* recibe los datos que recolecta la *UAD* y los procesa con base en el identificador del sensor. Posteriormente hace uso del módulo de evaluación para tomar las decisiones acerca de las actividades a realizar en caso de una anomalía de comportamiento. Cuando se detecta una anomalía se activa el módulo de notificación el cual mediante un protocolo definido envía una serie de mensajes de alerta tanto a peatones como a vehículos alrededor del evento. Además en caso de detectar una situación que pusiera en riesgo al conductor (por ejemplo algún problema de salud), se envía también una notificación a los servicios de emergencia.

4 Resultados Preliminares

Al momento del artículo, solo se han realizado pruebas de la adquisición de información. En específico se hizo uso de un sensor EEG (Electroencefalograma) para medir la actividad eléctrica dentro del cerebro. En el proceso de experimentación se utilizó *Neurosky Mindwave Mobile* [17], que es un dispositivo sensor de bajo costo para la adquisición de datos EEG. El dispositivo está compuesto de tres sensores, la referencia y tierra que son conectados al lóbulo del oído y el electrodo de registro EEG que es colocado en la frente. Este sensor proporciona información de las ondas alfa, beta, gama, delta y teta, el espectro de potencia EEG, y las mediciones de ‘atención’, ‘meditación’ y ‘parpadeo de ojos’. Dichos valores son calculados mediante algoritmos propietarios de *Neurosky* y los valores de medición manejan una escala de 0 a 100 unidades. La figura 5 muestra un ejemplo del *Neurosky* y de algunas mediciones obtenidas del mismo.

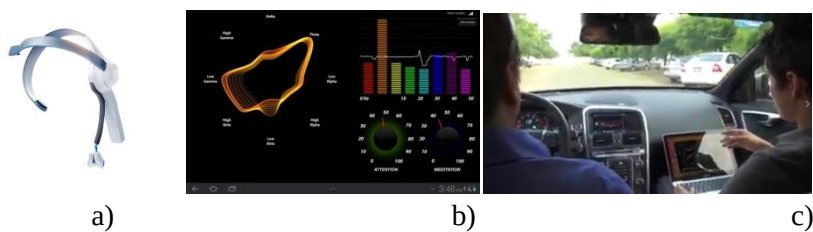


Fig. 5. Pruebas iMIND a) *Neurosky* b) *Lecturas del dispositivo* c) *Pruebas iniciales de conducción.*

Las pruebas se realizaron con tres conductores, que hicieron un recorrido libre por calles de la ciudad durante 10 minutos, la medición de los indicadores se realizó durante el recorrido. Los resultados obtenidos para cada uno de los conductores se muestra en la figura 6. Para nuestra prueba definimos una escala de evaluación del nivel de atención, con el objetivo de definir situaciones riesgo y poder activar la situación de notificación para el envío de mensajes de alerta. La escala definida fue la siguiente: 60-100 enfocado, 30-60 baja atención y <30 atención crítica. De los resultados observados podemos mencionar que tener altos niveles de atención no implica tener altos niveles de meditación. Esto lo podemos visualizar con el conductor1, que en cierto periodo mostró tener un nivel de atención elevado (>90) sin embargo, su nivel de meditación era en ese momento <50, lo que demuestra que su nivel de meditación era medio-bajo, esto se puede deber a que un alto nivel de concentración también demanda un cierto nivel de estrés.

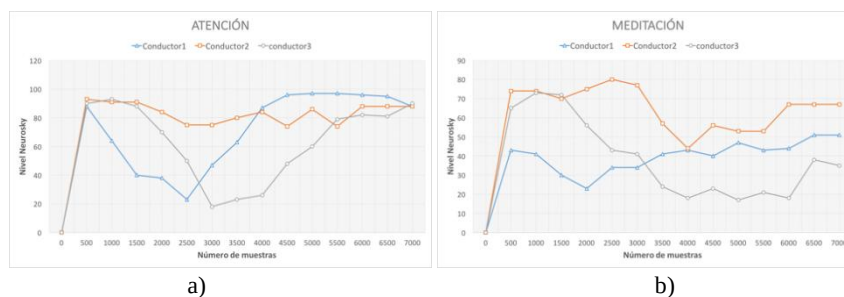


Fig. 6. Resultados de Neurosky a) Atención, b) Meditación.

5 Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo presentamos *iMIND* un sistema basado en IoV para detección de situaciones de riesgo vial. Este trabajo se presentó una arquitectura basada en IoV para detectar deficiencias de conducción. Se describieron los principales componentes de *iMIND* y se mostraron las pruebas iniciales para medir el nivel de concentración y meditación del conductor. Estos resultados nos permitirán identificar diferentes estados de ánimo que puedan generar situaciones de riesgo en un entorno vial. Por los resultados preliminares obtenidos se puede visualizar que la plataforma puede ser una herramienta viable para detectar situaciones de riesgo en un entorno de conducción vial.

Como trabajo futuro, realizaremos un estudio que esté relacionado a la generación de una ventana de protección que nos permita activar situaciones de alarma en forma segura con el objetivo de enviar mensajes de alerta falsos.

Agradecimientos. Agradecemos al CONACYT por su soporte económico parcial del proyecto mediante la asignación de la beca a la alumna Mayra Yazmín Montiel Sandoval.

Referencias

- [1] Organización Mundial de la Salud. *Informe sobre la Situación mundial de la seguridad vial 2013*. Informe técnico, Ginebra, Suiza. 2013.
- [2] Organización Mundial de la Salud. *Uso del celular al volante: un problema creciente de distracción del conductor*. NHTSA. Informe técnico, Bélgica, 2011.
- [3] DVM.ORG. How emotions affect driving. On-line: <http://www.dmv.org/how-to-guides/driving-and-emotions.php>.
- [4] FTC Staff Report; The Internet of Things: Privacy and Security in a Connected World. January 2015. Available online at: <https://www.ftc.gov/system/files/documents/reports/federal-trade-commission-staff-report-november-2013-workshop-entitled-internet-things-privacy/150127iotrpt.pdf>
- [5] Dimitrakopoulos, G.: Intelligent Transportation Systems based on Internet-connected vehicles: fundamental research areas and challenges, 11th International Conference on ITS Telecommunications, St. Petersburg, 23-25 August 2011, pp. 145-151.
- [6] Chaqfeh, M., Lakas, A. & Jawhar, I.: A survey on data dissemination in vehicular ad hoc networks. *Vehicular Communications*, vol. 1, issue 4, October 2014, pp. 214-225.
- [7] Florin, R. & Olariu, S.: A survey of vehicular communications for traffic signal optimization. *Vehicular communications*, vol. 2, issue 2, April 2015, pp. 70-79.
- [8] Engoulou, R.G., Bellaïche, F., Pierre, S. & Quintero, A.: VANET security surveys, *Computer Communications*, vol. 44, may 2014, pp. 1-13.
- [9] James, L. Traffic Psychology Research at the University of Hawaii. Available online: <http://www.soc.hawaii.edu/leonj/leonj/leonpsy/traffic/tpintro.html> (accessed on 13 January 2016).
- [10] Katsin, C.D., Katertsidis, N., Ganiatsas, G. & Fotiadis, D. Toward emotion recognition in car-racing drivers: a biosignal processing approach. *IEEE Transactions on systems, man, and Cybernetics – Part A: systems and humans*, 28(3), pp. 502-512, 2008.
- [11] Katsin, C., Goletsis, Y., Rigas, G. & Fotiadis, D. A wearable system for the affective monitoring of car Racing driver during simulated conditions. *Transportation research part C: emerging technologies*, 19(3), pp. 541-551, 2011.
- [12] Rigas, G. Goletsis, Y. & Fotiadis, D. Real-time driver's stress event detection. *Intelligent Transportation systems*, *IEEE Transactions on*, 13(1), pp. 221-234, 2012.
- [13] Ayzenberg, Y., Hernandez, J. & Picard, R. FEEL: Frequent EDA and Event Logging – A mobile social interaction stress monitoring system. *CHI'12 extended abstracts on human factors in computing systems*, 2357-2362, 2012.
- [14] Singh, R., Conjeti, S. & Banerjee, R. A comparative evaluation of neural network classifiers for stress level analysis of automotive drivers using physiological signals. *Biomedical signal processing and control*, 8(6), pp. 740-754, 2013.
- [15] Guerrero, A., Flores, C., Damian, P., Andrade, M. & Pulido, J. Emerging technologies for urban traffic management. In *Urban Development*, Edit. Intech, pp. 59-78, 2012.
- [16] Bonomi, F.: The smart and connected vehicle and the Internet of Things, WSTS 2013, San Jose
- [17] Neurosky Mindwave Mobile, <http://neurosky.com>

Las Redes Inalámbricas de Sensores y su evolución hacia el Internet de las Cosas

Raymundo Buenrostro-Mariscal, Juan Contreras-Castillo, Antonio Guerrero Ibáñez y
Pedro Santana Mancilla

Universidad de Colima, Facultad de Telemática- Av. Universidad #333, 28040,
Colima, Col. México

raymundo, juancont, antonio_guerrero, psantana@ucol.mx

Abstract. Las Redes Inalámbricas de Sensores (WSNs) han tenido un desarrollo importante en los últimos años, convirtiéndolas en elemento clave para diferentes escenarios de aplicación por sus habilidades para la recolección, procesamiento y transmisión de información. En consecuencia, hoy en día se consideran un recurso clave del futuro de Internet dentro del concepto del Internet de las Cosas (IoT). Las WSNs pueden cubrir las necesidades del IoT de conectar grandes cantidades de objetos, recolectar una amplia información de contexto y trabajar colaborativamente en tareas específicas. Sin embargo, se deben superar varios retos importantes para integrarlas al mundo de Internet. En este trabajo se analizan los desafíos técnicos de seguridad, calidad de servicio (QoS) y conectividad desde la perspectiva de red.

Keywords: WSN, Internet de las Cosas, QoS, seguridad, interconexión.

1 Introduction

La sociedad se está moviendo cada día más hacia un modelo “siempre-conectado”; donde las personas interactúan con objetos del mundo real, ubicados a su alrededor y en sitios distantes a través de Internet. Este modelo está dirigiendo el futuro de Internet hacia el concepto del “Internet de las Cosas” (IoT, Internet of Things, por sus siglas en inglés), donde se espera que Internet sea aún más envolvente y penetrante [1] [2]. El concepto de IoT prevé que miles de objetos estarán equipados con diferentes tecnologías de cómputo y que los harán capaces de interactuar entre sí y con las personas para constituir una gran red mundial de objetos. Los efectos esperados serán visibles en el campo de la domótica, vida asistida, cuidado de la salud, educación, vigilancia, automatización de vehículos, administración de energía, entre otros [3].

Desarrollar el concepto de IoT en el mundo real implica resolver varios retos sociales, económicos y tecnológicos. En lo social, el IoT debe considerar aspectos regulatorios, éticos y culturales donde participen conjuntamente en su elaboración gobierno, empresa privada y la sociedad civil. Con el objetivo central de propiciar un uso adecuado de las tecnologías y el cuidado de la integridad de las personas; por ejemplo, el diseño de reglas para la defensa del control y la libre disposición de los datos personales de los usuarios. Al respecto del reto tecnológico, es necesario la integración de tecnologías en dos rubros principalmente [4]: tecnologías de

identificación, detección y comunicación de datos; y el rubro de software intermedio o “middleware” entre las capas de aplicación y las del transporte de datos. Las redes inalámbricas de sensores (WSN, wireless sensor networks, por sus siglas en inglés) pueden cubrir adecuadamente el primer rubro; ya que por definición estas redes están constituidas por dispositivos de bajo costo, habilitados con tecnologías de sensores, actuadores, módulos de radiocomunicación y procesamiento, para soportar un gran rango de aplicaciones de monitorización. En este sentido, los objetos en cada sitio podrían ser interconectados en una WSN, y ésta a su vez conectada a Internet a través de redes de acceso para completar el concepto de IoT. En tal escenario, se puede inferir que las WSNs juegan un rol importante en la recolección de información de contexto de cada objeto; así como en la recepción y envío de información desde y hacia Internet para completar la interacción entre los objetos y las personas. Incluso diferentes autores manifiestan que uno de los elementos más importantes en el paradigma del IoT son las WSNs, ya que gracias a ellas se podrían materializar los beneficios potenciales que se prevén en el modelo siempre-conectado del IoT [5] [6] [7] [8].

Si bien las WSNs en pocos años han tenido grandes logros, éstos se habían abordado de forma independiente de Internet, lo cual implica nuevas responsabilidades adicionales a las funciones originales. Además, el IoT prevé un sin número de aplicaciones con contenido multimedia (imágenes, video y audio) que generarán una enorme cantidad y variedad de datos con diferentes requerimientos de comunicación que deben ser manejados por las WSNs [2]. En consecuencia, utilizar las WSNs bajo el concepto de IoT plantea nuevos retos que deben ser abordados antes, para tomar las múltiples ventajas que ofrece esta interacción [6] [4] [5].

En este trabajo presentamos algunos de los desafíos más importantes de las WSNs en el paradigma del IoT, que permitan a identificar los cambios críticos que deben sufrir las WSNs para integrarse en el IoT.

2 Desafíos para las WSNs en el paradigma de IoT

El paradigma de IoT implica un aumento en las responsabilidades de los nodos sensores de las WSNs para hacerle frente a las nuevas aplicaciones que se vislumbran. Con el propósito de exponer y discutir los principales retos que resultan de integrar las WSNs completamente al Internet, hemos seleccionado 3 principales desafíos técnicos que tendrían que cumplirse: Seguridad, administración de la calidad de servicio (QoS, quality of service, por sus siglas en inglés) y configuración de la red.

2.1 Seguridad

Los nodos sensores, de una WSN sin acceso a Internet, pueden garantizarle a las aplicaciones un conjunto mínimo de requisitos de seguridad: confidencialidad, integridad, disponibilidad y autenticación de usuarios. Sin embargo, la integración con el Internet genera una nueva dimensión de requerimientos de seguridad imposibles de satisfacer con sus mecanismos originales de las WSNs dada la perspectiva global que

se añade, donde los nodos ya no están aislados de otras tecnologías o servicios [5]. Por ejemplo, en los escenarios de ataques hasta hoy identificados en las WSNs, es necesario que el atacante este físicamente cerca del objetivo; con el fin de capturar, interferir información, o introducir nodos maliciosos en la red. En este sentido, las WSNs comunes están agrupadas en redes aisladas en una sola tecnología, que hace que se reduzca la presencia física de los atacantes y en consecuencia los ataques. Sin embargo, con la apertura hacia el Internet, ya no es necesario tal proximidad física, los atacantes pueden estar en cualquier lugar del mundo y desde ahí poner en peligro los nodos u objetos de la WSN [6].

Un problema importante relacionado con la seguridad, es la autenticación e integridad de datos que debe darse en el modelo IoT. Por lo general, la autenticación requiere infraestructuras complejas y capacidades de cómputo muy robustas, para soportar el intercambio constante de mensajes entre los dispositivos de la red que les permitan alcanzar los objetivos. Dado que estos dispositivos son elementos de capacidades limitadas, que se encuentran en un gran número dentro de la red, y la mayoría se comunica de forma inalámbrica, como es el caso de las WSNs el intercambio de mensajes se dificulta [4]. Además, las capacidades de transmisión de datos y los mecanismos de acceso al medio de comunicaciones, característicos de las WSNs, hacen que el envío masivo de mensajes sea restrictivo y nocivo para su desempeño.

En el caso de la privacidad de la información, el IoT realmente representa un entorno en el que la privacidad de las personas se ve seriamente amenazado. Mientras que en los problemas de privacidad tradicionales del Internet surgen sobre todo para los usuarios de Internet (individuos que juegan un papel activo y temporal); en los escenarios de IoT los problemas de privacidad surgen incluso para las personas que no están activamente utilizando algún servicio de IoT. Por ejemplo, los objetos de las WSNs que están conectados a Internet generan constantemente información de contexto (en hogares, oficinas, gobierno, áreas de salud, etc.) propias de cada persona, que puede ser obtenidas de forma no autorizada desde la red. En este sentido, se debería crear mecanismos de privacidad que aseguren que los individuos puedan controlar cuál información puede ser recolectada, quién puede recolectar dicha información, en qué momento puede ser obtenida y si ésta puede ser almacenada.

En consecuencia, deben desarrollarse mecanismos de seguridad innovadores, que tomen en cuenta los recursos limitados de los objetos, para proteger las WSNs de nuevos ataques procedentes de Internet que no habían sido considerados anteriormente.

2.2 Requerimientos de calidad de servicio (QoS)

Uno de los desafíos más importantes en el diseño de una WSN integrada en el IoT, es garantizar los requisitos de QoS para las aplicaciones presentes en la red. La QoS entendida como la capacidad de la red para soportar diferentes calidades de

comunicación (retardo de transmisión, porcentaje de información perdida y entregada al destino, entre otros parámetros) de acuerdo a cada tipo de aplicación. Las expectativas en IoT implican que las WSNs estén diseñadas para abordar una serie de escenarios con diferentes aplicaciones; que van desde una sencilla aplicación escalar (para recuperar datos simples, por ejemplo la medición de temperatura, posición de un objeto, niveles de líquidos, etc.) hasta aplicaciones que conectan soportar varios tipos de sensores heterogéneos que incluyen dispositivos multimedia. En el primer caso, la capacidad de comunicación de la red (ancho de banda) no es un gran problema y es fácil manejarla. Mientras que en último caso, la inclusión de información multimedia es decir, imágenes instantáneas (basado en eventos) o video (posiblemente de larga duración) puede imponer estrictos requisitos de QoS [9]. Por ejemplo, las aplicaciones multimedia son consideradas de tiempo-real, que exigen un mínimo de retardo de transmisión y altas capacidades de comunicación de la red; lo cual es sumamente complicado de ofrecer por las WSNs [10]. Para ello, es necesario crear una buena coordinación entre los algoritmos de aplicación específica y los protocolos de comunicaciones de red; que mejorarán la operación de la WSN de acuerdo a los requerimientos de QoS de las aplicaciones. Este tipo de interacción puede ser realizado con el nuevo paradigma de diseño de interconexión Inter-Capas o Cross-Layer; el cual permite que protocolos de diferentes capas puedan interactuar para trabajar en los mismos objetivos de comunicación [11]. Además, se debe seleccionar tecnologías de radio comunicaciones más robustas que provean mayores capacidades de ancho de banda y bajas tasas de error. Todo ello, a fin de cumplir con las necesidades de QoS del nuevo entorno del IoT.

Sin embargo, realizar mejoras a las WSNs para el QoS no es una tarea simple, ya que la mayoría de las soluciones existentes para Internet no son aplicables en éstas. En consecuencia, deben crearse nuevas soluciones que puedan ser integradas con Internet para lograr los objetivos del IoT.

2.3 Configuración de la conectividad de las WSNs

La interconexión de los nodos u objetos dentro de la WSNs y su interconexión a Internet son dos retos sumamente importantes que deben estudiarse en el contexto del IoT. A continuación se describe el reto de la arquitectura de la red y, como caso especial, los modelos de conectividad entre la WSN e Internet.

2.3.1 Arquitectura de red

El diseño de una arquitectura de red para cualquier tecnología es un reto importante, ya que con ello se define la forma de interconexión física de los objetos y las reglas de comunican entre ellos. Además, es la base para generar los algoritmos y protocolos de comunicación, los esquemas de seguridad y la escalabilidad de la red. De manera significativa en las redes bajo el concepto de IoT la escalabilidad toma un papel determinante, ya que esta característica le permite a las redes el crecimiento y la adaptación sin grandes costos de rediseño y reinstalación. Además, por el tipo de

aplicaciones donde se utilizan estas redes, la movilidad y el cambio es una situación común lo que obliga a direccionar el diseño de las arquitecturas de red en ese sentido. Actualmente existe un relativo avance en el desarrollo de soluciones para las redes WSNs en todas las capas de comunicación, que han cuidado que se cumpla la escalabilidad en particular y se han tenido buenos resultados. Sin embargo, las WSNs tradicionales están basadas por lo general en arquitecturas de red “planas” con nodos homogéneos que solo pueden interactuar con sus nodos “vecinos”; por lo cual, las arquitecturas, algoritmos y protocolos no son del todo aplicables para resolver los nuevos retos al integrarse en el IoT [8].

De lo anterior se desprende la necesidad de proponer nuevas alternativas en el diseño de arquitecturas de red para las WSNs integradas a Internet. Una de las primeras propuestas al respecto es la descrita en el trabajo del doctor Akyildiz [9], que se muestra en la figura 1. Si bien ésta no fue especialmente diseñada para el IoT, si considera los temas de escalabilidad y la interconexión a Internet; por lo cual, pueden ser la base de diseño para el nuevo modelo de IoT. La arquitectura de red de referencia está compuesta por diferentes niveles o sub-arquitecturas interconectadas a equipos adicionales e Internet. En esta arquitectura los usuarios se conectan a través de Internet y realizan consultas a una red de sensores desplegados en diferentes sitios.

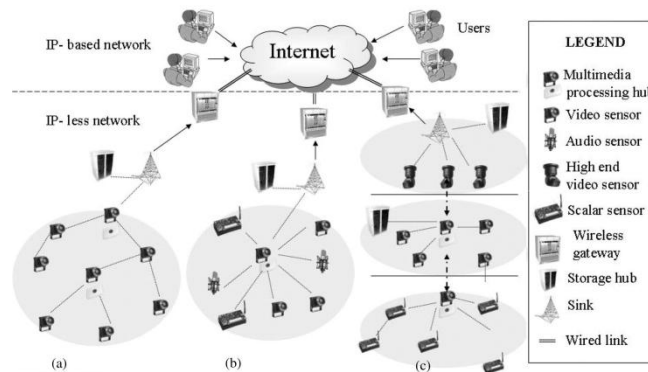


Fig.1. Arquitectura de referencia de una Red Inalámbrica de Sensores Multimedia [9].

En términos generales esta arquitectura se clasifica en 3 tipos de modelos o sub-arquitecturas de red: i) de un nivel; ii) de un nivel en clúster; y iii) multi-nivel.

Las redes de un nivel tienen una arquitectura “plana” donde sus nodos u objetos que la componen son homogéneos con la misma capacidad y funcionalidades (Fig. 1a). Estas redes se ubican en el nivel más bajo de toda la arquitectura y están destinadas a las funciones más básicas de la monitorización de eventos (datos simples e información multimedia de baja resolución y sin movimiento). En este modelo los nodos envían la información capturada en un esquema de multi-saltos hacia el “Sink” (estación base), para entregarla a un equipo de intercomunicación “Gateway” que habilita el acceso desde y hacia Internet. Este modelo implementa un procesamiento distribuido,

alcanzando una mayor eficiencia en términos de consumo de energía en cada nodo; lo cual prolonga el tiempo de vida de operación de la red.

La red de un nivel en clúster está formada por sensores simples y sensores multimedia en cada área de recolección (Fig. 1b) para cubrir una amplia gama de aplicaciones. Este modelo puede conectar varios clúster entre sí para expandir su cobertura de monitorización. Sin embargo, selecciona un nodo del clúster (llamado cluster-head) para el almacenamiento, procesamiento y el control de la conectividad de forma centralizada. Esto genera un punto crítico en la operación global de la red y obliga a que este nodo tenga mayor capacidad de procesamiento y recursos de energía.

La red multi-nivel busca ofrecer una solución integral a diferentes necesidades de monitorización (captura de imágenes de mediana y alta resolución) y obtener la máxima escalabilidad posible; por ello está compuesta por 3 niveles (Fig. 1c). El primer nivel despliega sensores destinados a monitorizar variables no multimedia conectados mediante un procesador central que funciona como cabeza del clúster. El segundo nivel está formado por sensores de video de media resolución conectados a un cluster-head. Destaca la incorporación de un dispositivo de almacenamiento en cada clúster para contrarrestar las limitantes de los nodos sensores y del nodo cluster-head. Por último, el tercer nivel está destinado a funciones más complejas como la captura de imágenes de alta calidad, reconocimiento y seguimiento de objetos, con cámaras que pueden ser dirigidas y ajustadas hacia los objetivos deseados; lo cual incrementan su precisión y eficiencia. Por ello, es necesario agregar un equipo de almacenamiento de mayor capacidad de procesamiento y con energía suficiente para soportar la demanda de este nivel. En suma, la red multi-nivel realiza el almacenamiento, el procesamiento y la recolección de datos de forma distribuida en cada uno de los diferentes niveles, con la intención de optimizar la operación, ofrecer una mayor escalabilidad y una mejor cobertura en comparación a los modelos de un solo nivel [9].

Es evidente que las propuestas pretenden cubrir la mayoría de las necesidades en las WSNs; sin embargo, deben ser mejoradas y adaptadas para soportar el concepto de IoT.

2.3.2 Modelo de conectividad entre las WSNs y el Internet

Del punto anterior se desprende un reto importante que vale la pena discutir por separado, que es el “modelo de interconexión entre la WSN y el Internet”. Los autores consideran que existen, en general, tres principales propuestas de interconexión que difieren en el grado de integración de las WSNs al Internet [5] [6] [7]. La primera propuesta consiste de la conexión independiente de las WSN y el Internet mediante un dispositivo intermedio Gateway que permite adecuar los protocolos de comunicaciones usados en la red de sensores y en Internet (Fig. 2a). Este enfoque, actualmente es el

más utilizado por la mayoría de las WSNs con acceso a Internet, y presenta el más alto nivel de abstracción entre ambas redes.

La segunda solución tiene una forma híbrida de interconexión de red, la cual tiene un mayor grado de integración entre ambas redes. Se compone de dos tipos de conexiones, la primera donde hay nodos sensores que necesitan ser conectados a Internet mediante otros nodos intermedios de la WSN; y la segunda, donde existen nodos sensores con doble función, para recibir los datos de otros sensores y para conectarse hacia los Gateways conectados a Internet (Fig. 2b). Estos últimos nodos pueden estar ubicados en la raíz de la WSN o en la red principal (Backbone) para permitir a los nodos se conecten a rápidamente a los dispositivos Gateways.

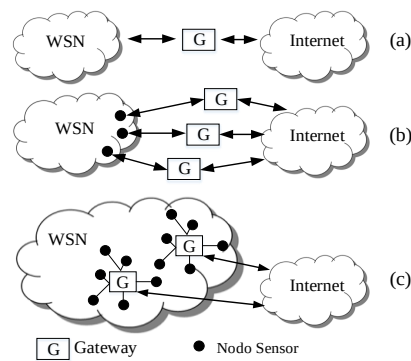


Fig.2. Modelos de conectividad de los nodos de la WSN a Internet [6].

La tercera propuesta está inspirada en las soluciones de redes inalámbricas de área local (como las redes WiFi), y en la gran densidad de nodos sensores de las redes de área personal (como las redes de sensores), donde múltiples objetos de la red de sensores puedan conectarse a un nodo especial (llamado punto de acceso) dentro de la WSN para su conexión final a Internet (Fig. 2c). Estos puntos de acceso, deben tener integradas capacidades de Gateways con funciones y protocolos necesarios para conectarse a Internet en un solo salto [5].

Analizando en conjunto estas tres propuestas es claro que la primera presenta un punto de falla crítico debido a la exclusividad de la conexión por un solo Gateway; una falla en éste provoca la desconexión total de los objetos del Internet. Sin embargo, si se tienen múltiples Gateways y puntos de acceso no se tendría esta debilidad, como es el caso de la segunda y tercera propuesta, mejorando la robustez de la red y distribuyendo el trabajo en varios puntos de la WSN. Lo anterior puede conducir a preferir estas dos

últimas soluciones, sin embargo, su construcción puede ser compleja y costosa en términos de procesamiento y manejo de protocolos de comunicaciones.

Desde nuestro punto de vista creemos que puede existir una cuarta forma, donde todos los objetos o nodos sensores de la WSN puedan conectarse directamente al Internet sin necesidad de un dispositivo Gateway de interconexión. Sin embargo, se requiere que cada objeto pueda integrar los protocolos y configuraciones necesarias para conectarse con los protocolos de Internet (por ejemplo la pila de protocolos TCP/IP) y puedan ser independientemente direccionados, esto es se debe asignar a cada dispositivo un número IP para su operación en la red. Esfuerzos en esta dirección están siendo abordados por el estándar emergente 6LowPAN definido por la IETF, el cual busca una nativa conexión entre los objetos de la WSN y el Internet [12].

3 Conclusiones del trabajo

Es claro el potencial que implica el uso de las WSNs conectadas a Internet para construir el modelo “siempre-conectado” del Internet de las Cosas. Ya que las WSNs nacieron para trabajar en el entorno de las personas conectando grandes cantidades de sensores para obtener una amplia información de contexto que es imprescindible para los objetivos del IoT. Sin embargo, como se expuso, es necesario discutir varios retos al utilizarlas en el IoT como son la seguridad y privacidad de la información, las grandes exigencias de QoS y las mejores arquitecturas para conectar los objetos y su interconexión a Internet: Desafíos que han sido discutidos en este trabajo como principal aportación y que deben seguirse estudiando con el fin de cubrir completamente los requisitos que plantea el paradigma del IoT en la integración de los objetos al Internet.

References

- [1] S. Kraijak and P. Tuwanut, A survey on internet of things architecture, protocols, possible applications, security, privacy, real-world implementation and future trends, in 2015 IEEE 16th International Conference on Communication Technology (ICCT), 2015.
- [2] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista and M. Zorzi, Internet of Things for Smart Cities, IEEE Internet of Things Journal, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, Feb 2014.
- [3] S. M. R. Islam, D. Kwak, M. H. Kabir, M. Hossain and K. S. Kwak, The Internet of Things for Health Care: A Comprehensive Survey, IEEE Access, vol. 3, pp. 678-708, 2015.
- [4] L. Atzori, A. Iera and G. Morabito, The Internet of Things: A survey, Computer Networks, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, 2010.
- [5] C. Alcaraz, P. Najera, J. Lopez and R. Roman, "Wireless sensor networks and the internet of things: Do we need a complete integration?", 1st International Workshop on the Security of the Internet of Things (SecIoT'10), 2010.

- [6] D. Christin, A. Reinhardt, P. Mogre and R. Steinmetz, *Wireless Sensor Networks and the Internet of Things: Selected Challenges*, 2009.
- [7] L. Mainetti, L. Patrono and A. Vilei, *Evolution of wireless sensor networks towards the Internet of Things: A survey*, in *Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM)*, 2011 19th International Conference on, 2011.
- [8] J. A. Stankovic, "Research Directions for the Internet of Things, *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 3-9, Feb 2014.
- [9] I. F. Akyildiz, T. Melodia and K. R. Chowdhury, "Wireless Multimedia Sensor Networks: Applications and Testbeds," *Proceedings of the IEEE*, vol. 96, no. 10, pp. 1588-1605, Oct 2008.
- [10] E. Gurses and O. B. Akan, "Multimedia Communication in Wireless Sensor Networks," *Ann. Telecommun.*, vol. 60, no. 7-8, pp. 799-827, 2005.
- [11] R. Buenrostro-Mariscal, M. Cosio-Leon, J. Nieto-Hipolito, A. Guerrero-Ibanez, M. Vazquez-Briceno y J. Sanchez-Lopez, *WSN-HaDaS: A Cross-Layer Handoff Management Protocol for Wireless Sensor Networks, a Practical Approach to Mobility*, *IEICE TRANSACTIONS on Communications*, vol. E98, n° 7, pp. 1333-1344, jul 2015.
- [12] Z. Shelby and C. Bormann, *6LoWPAN: The Wireless Embedded Internet*. Wiley Publishing, November 2009.

XI. Matemáticas Computacionales

Optimización numérica con restricciones usando el algoritmo basado en el forrajeo de bacterias normalizado

Betania Hernández Ocaña, Rosa Laura Aquino De La Cruz y Juan David Gaitán Capetillo

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Cunduacán-Jalpa KM. 1 Col. La Esmeralda, 86690. Tabasco, México. betania.hernandez@ujat.mx

Resumen. La optimización es una actividad realizada en diferentes áreas para la solución de problemas complejos de la vida real con la ayuda de métodos de programación matemática y actualmente, algoritmos bio-inspirados en la naturaleza, uno de ellos, el algoritmo basado en el forrajeo de bacterias. Al igual que otros algoritmos, los problemas comunes que presenta éste algoritmo es la pérdida de diversidad y la prematura convergencia. En este trabajo se propone normalizar el espacio de búsqueda de las bacterias para resolver un problema de optimización numérica con restricciones usando una técnica de normalización sencilla encontrada en la literatura especializada con el objetivo de mejorar el rendimiento del algoritmo. Los resultados obtenidos por la propuesta normalizada son competitivos y generados con un menor número de evaluaciones.

Palabras claves: Forrajeo de bacterias, normalización, optimización numérica con restricciones.

1 Introducción

La normalización consiste en conseguir que rangos numéricos estén dentro de una misma área, por ejemplo, los datos numéricos dentro del rango de 20 a 100 se mapean a un rango de 0 a 1 usando alguna formulación matemática. El mapeo más común usa la media y la desviación estándar de los valores numéricos a normalizar. Los problemas de optimización del mundo real son altamente complejos al presentar alta dimensionalidad, es decir, el número de variables de diseño es elevado. Además, el espacio de búsqueda, que está determinado por las variables de diseño de un problema puede ser demasiado amplio ocasionando que la búsqueda de la solución del problema sea compleja y lenta. Los algoritmos meta-heurísticos han ganado popularidad sobre la programación matemática para resolver problemas de optimización numérico con o sin restricciones. Estos algoritmos son inspirados en la naturaleza y buscan una solución aproximada.

Dos grupos de algoritmos meta-heurísticos se encuentran en la literatura especializada, los cuales son: 1) Algoritmos Evolutivos (AEs), simulan la evolución de las especies basadas en la teoría darwinista donde sobrevive el individuo más apto. 2) Algoritmos de Inteligencia colectiva (AICs), estos algoritmos emulan el comportamiento social de ciertas especies simples en busca de refugio o alimento. Entre los AICs más conocidos están: algoritmo de cúmulo de partícula (PSO, por sus siglas en inglés) [1], algoritmo

de colonia artificial de abejas [2], colonia de hormigas [3] y el algoritmo basado en el forrajeo de bacterias [4]. Sin embargo, los más populares y exitosos en la solución de problemas de optimización son los AEs como: Evolución Diferencial [5], y Algoritmos Genéticos [6], sin embargo, hay escasas propuestas de algoritmos tanto evolutivos como de inteligencia colectiva que hagan uso de la normalización para reducir los espacios de búsqueda. Alguno de ellos son: Diversidad de población normalizada en partículas de optimización de enjambre [7], Algoritmos de cálculo de áreas de secciones transversales para terracerías de un proyecto geométrico de carreteras [8].

Uno de los algoritmos poco estudiado del área de Inteligencia Colectiva (IC) es el Algoritmo Modificado Basado en el Forrajeo de Bacterias (MBFOA, por sus siglas en ingles), el cual es una versión simplificada del algoritmo del forrajeo de bacteria (BFOA) publicado por K. Passino en el 2002, el algoritmo simula el proceso completo del forrajeo de las bacterias E.coli. Los cuatro procesos del forrajeo de bacterias son: 1) Quimiotaxis (nados-giros de la bacteria), 2) agrupamiento (comunicación entre bacterias), 3) reproducción (duplicado de las mejores bacterias) 4) eliminación-dispersión (eliminación de la peor bacteria) [9]. En la propuesta MBFOA se simplifica este proceso, quedando agrupados el proceso quimiotáxico, reproducción y eliminación-dispersión en un solo ciclo generacional. El proceso de agrupamiento fue añadido al proceso quimiotáxico como un operador de agrupamiento, por último, algunos parámetros fueron eliminados. La propuesta MBFOA fue probado tanto en problemas de prueba e ingeniería, obteniendo resultados competitivos contra una versión del algoritmo de Evolución Diferencial [10]. En [11] MBFOA fue mejorado para resolver problemas de pruebas de optimización numéricas con restricciones donde dos nados fueron propuestos para mejorar la exploración y explotación del algoritmo, además, la presencia del proceso de reproducción fue controlado, disminuyendo esta misma y así evitar convergencia prematura. Una propuesta más reciente basada en MBFOA usa un operador similar al de mutación como operador de nado dentro del proceso quimiotáxico, además del uso de un nado aleatorio en este mismo proceso. Un mecanismo de sesgo para la población inicial basado en el rango de las variables también fue anexado en esta propuesta llamada TS-MBFOA (por sus siglas en Inglés) [12]. En la literatura especializada no se reporta algún planteamiento basado en MBFOA que utilice una población normalizada. En este trabajo se incluye una técnica de normalización a TS-MBFOA con el objetivo de mejorar su rendimiento en el proceso de búsqueda. La propuesta es probada en un Problema de Optimización Numérica con Restricciones (PONR) que busca minimizar el peso de un resorte de tensión/compresión.

Este documento está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se describe brevemente a TS-MBFOA. En la sección 3 se describe el método de normalización a implementar. En la sección 4 se describe el problema a resolver y los resultados obtenidos por la nueva propuesta. Finalmente, las conclusiones y trabajos futuros se presentan en la sección 5.

2 TS-MBFOA

Two Swim Modified Bacterial Foraging Optimization Algorithm es una versión mejorada de MBFOA [12], en el cual se intercalan dos nados en el proceso quimiotáxico, el primero es el nado original con tamaño de paso aleatorio y el segundo nado incluye el operador de mutación usado en los algoritmos evolutivos para mejorar la capacidad de exploración y explotación del algoritmo. Aunque en el estado del arte existen propuestas basados en BFOA que utilizan el operador de mutación dentro del proceso de búsqueda [13,14,15], ninguna de ellas incluye el operador de mutación como mecanismo de nado. A continuación se describen brevemente los procesos del TS-MBFOA.

En TS-MBFOA una bacteria i es representa una solución potencial para el PONR a resolver y se denota como $\theta^i(j, G)$, donde j es el ciclo quimiotáxico, G es el ciclo generacional. Una generación consta de un proceso quimiotáxico, agrupamiento, reproducción y eliminación-dispersión.

Mecanismo de sesgo: La población inicial está integrada por tres grupos, el primer grupo está integrado con bacterias aleatorias sesgadas al límite inferior de las variables de decisión. El segundo grupo está integrado con bacterias aleatorias sesgadas al límite superior de las variables de decisión. Por último, se genera un grupo de bacterias situadas aleatoriamente sin sesgo, como en el MBFOA original. Las fórmulas para fijar los límites para el primer y segundo grupo por variable de decisión se presentan en la fórmula 2.1:

$$[L_i, L_i + ((U_i - L_i) / SS)]$$

$$[U_i - ((U_i - L_i) / SS), U_i] \dots\dots\dots(2.1)$$

donde SS es el tamaño de sesgo ($SS > 1$), los valores grandes aumentan el efecto de inclinación, de lo contrario, disminuye el efecto de sesgo.

Quimiotáxis Dos nados se intercalan, en cada ciclo solo un nado de explotación o exploración es realizado. El proceso comienza con el nado de explotación (nado clásico). Sin embargo, una bacteria no necesariamente intercalará exploración y explotación en los nados, ya que si la nueva posición de un nado dado, $\theta^i(j+1, G)$ tiene una mejor aptitud basado en reglas de factibilidad [16] que la posición original $\theta^i(j, G)$ otro nado en la misma dirección se llevará a cabo en el siguiente ciclo. De lo

contrario, un nuevo giro será calculado. El proceso se detiene después de N_c intentos. El nado de exploración usa la mutación entre bacterias y es calculado con la siguiente fórmula 2.2:

$$\theta^i(j+1; G) = \theta^i(j; G) + (\beta - 1)(\theta_1^r(j, G) - \theta_2^r(j, G)) \dots\dots\dots(2.2)$$

Donde $\theta_1^r(j, G)$ y $\theta_2^r(j, G)$ son dos bacterias diferentes seleccionados aleatoriamente de la población. β es un parámetro definido por el usuario utilizado en el operador de agrupamiento el cual define la cercanía de la nueva posición de una bacteria con respecto a la posición de la mejor bacteria de la población, el cual está en un rango de [0,1]. El nado de explotación es calculado con la fórmula 2.3:

$$\theta^i(j+1; G) = \theta^i(j, G) + C(i, G)\phi(i) \dots\dots\dots(2.3)$$

donde $\phi(i)$ se calcula con el operador de giro original de MBFOA (fórmula 2.4).

$$\Phi(i) = \frac{\Delta(i)}{\sqrt{\Delta(i)^T \Delta(i)}} \dots\dots\dots(2.4)$$

$\Delta(i)^T$ es un vector aleatorio generado con elementos dentro de un intervalo: [-1; 1]. El $C(i, G)$ es el tamaño de paso aleatorio de cada bacteria actualizado con la fórmula 2.5.

$$C(i, G) = R * \Theta(i) \dots\dots\dots(2.5)$$

donde $\Theta(i)$ es un vector generado de forma aleatoria de tamaño n con elementos dentro del rango de cada variable de decisión: $[U_k, L_k], k = 1, \dots, n$ y R es un parámetro definido por el usuario para escalar el tamaño de paso, este valor debe ser cercana a cero, por ejemplo. 5.00e-04. La inicial $C(i, 0)$ se genera utilizando $\Theta(i)$.
Agrupamiento: En el ciclo medio del proceso quimiotáxico un agrupamiento de bacterias es realizado con la fórmula 2.6:

$$\theta^i(j+1, G) = \theta^i(j, G) + \beta(\theta^B(G) - \theta^i(j, G)) \dots\dots\dots(2.6)$$

donde $\theta^i(j+1, G)$ es la nueva posición de la bacteria i , $\theta^B(G)$ es la actual posición de la mejor bacteria en la generación G hasta ahora y β es un parámetro llamado factor de escalamiento, el cual regula qué tan cerca estará la bacteria i de la mejor bacteria θ^B , definido por el usuario.

Reproducción: Se ordenan las bacterias con base en la técnica de manejo de restricciones, eliminar a las peores bacterias $S_b - S_r$ y duplicar a las mejores cada ciertos ciclos, definido por el usuario con el parámetro $Re pCycle$.

Eliminación-dispersión: Eliminar a la peor bacteria de la población $\theta^w(j, G)$, basado en las reglas de factibilidad y generar una nueva aleatoriamente.

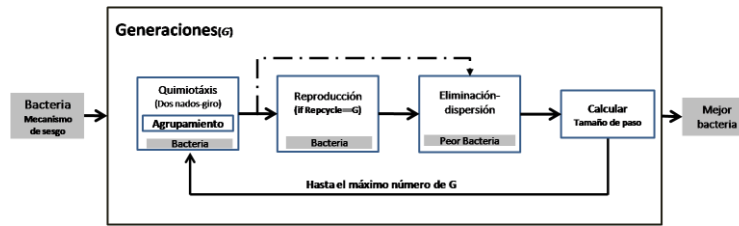


Fig. 2.1: Procesos generales de TS-MBFOA.

3 Método de normalización

La normalización es la operación mediante la cual un conjunto de valores de una determinada magnitud son transformados en otros, de tal manera que estos últimos pertenezcan a una escala predeterminada. Las escalas son funciones que mapean un dominio de datos de entrada a un rango de datos de salida. Es así donde un valor numérico se mapea a un nuevo valor que está entre 0 y 1, basados en los posibles valores mínimos y máximos. La normalización puede realizarse de los siguientes modos:

- **Sin cambio de magnitud**, como sería el caso de transformar la mediciones de temperatura realizadas por diversos termómetros en grados Celsius, Reaumur y Fahrenheit y presentarlas en kelvines.
- **Con cambio de magnitud a escala libre**, como sería el caso de transformar los datos de producción de trigo, leche y gas natural, expresados en toneladas, hectólitros y hectómetros cúbicos respectivamente, a una escala de valores de mercado expresados en euros.
- **Con cambio de magnitud a escala fija**, como sería el caso de transformar los datos de consumo de energía eléctrica, consumo de combustibles fósiles y consumo telefónico, a una escala dimensional acotada entre los valores [0,10].

La última modalidad menciona es la que se implementa en el TS-BFOA, donde, se normaliza el área de búsqueda de rangos mayores a un rango de menor valor entre [0,1]. En la fórmula 3.1 se muestra la técnica de normalización utilizada [17] :

$$X_i = \frac{x_i}{\max x_i} \dots\dots\dots(3.1)$$

Donde el nuevo valor de la variable de diseño X_i será el resultado de dividir cada x_i entre el límite superior de la variable de decisión. Por ejemplo, dado los siguientes datos: $\bar{x}[2,7]$, donde $0 \leq x_1 \leq 5$ y $-3 \leq x_2 \leq 8$, aplicando la fórmula 3.1, los nuevos

valores son: $X_1 = \frac{2}{5} = 0.4$ y $X_2 = \frac{7}{8} = 0.875$, por lo tanto:

$\bar{x}[04,0.875]$. El método de normalización será implementado al inicio del algoritmo al generar la población inicial de bacterias S_b .

4 Resultados

4.1 Problema a resolver: Se busca minimizar el peso de un resorte de tensión/compresión. Sujeto a restricciones de desviación mínima, tensión de corte, frecuencia de oleada, límites sobre el diámetro exterior, esto sobre variables de diseño. El diseño de la función para ser procesadas en el algoritmo BFOA son: Diámetro del rollo $D(x_2)$, diámetro del cable $D(x_1)$ y el número de rollos involucrados $N(x_3)$. Formalmente, el problema puede expresarse de la siguiente manera:

$$\text{Minimizar: } (N + 2)Dd^2$$

Sujeto a:

$$g_1(X) = 1 - (D^3 N / 71785 d^4) \leq 0$$

$$g_2(X) = (4D^2 - dD/12566 (Dd^3 - d^4)) + (1/5108 d^2) - 1 \leq 0$$

$$g_3(X) = 1 - (140.45d / D^2 N) \leq 0$$

$$g_4(X) = (D + d/1.5) - 1 \leq 0$$

Dónde: $0.05 \leq d \leq 2, 0.25 \leq D \leq 1.3, 2 \leq N \leq 15$.

4.2 Discusión de resultados: El algoritmo TS-MBFOA fue ejecutado en 30 corridas independientes con y sin normalización con los mismos parámetros presentados en la Tabla 4.2.1., los cuales fueron obtenidos después de realizar un conjunto de pruebas empíricas realizadas al algoritmo para determinar con qué combinación de parámetros se encontraban mejores resultados.

Parámetros	TS-MBFOA con y sin Normalización	MBFOA
S_b	40	50
N_c	20	12
β	0.6	1.76
S_r	1	25
Re pCycle	100	-
R	1.00E-05	1.62E-02
$GMAX$	Hasta obtener 15,000 evaluaciones	Hasta obtener 30,000 evaluaciones

Tabla 4.2.1. Parámetros de los algoritmos

Las estadísticas, encontradas en la Tabla 4.2.2, muestran que la propuesta con la técnica de normalización obtiene un mejor resultado que el algoritmo MBFOA y TS-MBFOA original. La tasa de factibilidad, que permite conocer el porcentaje del número de ejecuciones factibles entre el total de ejecuciones, tuvo como resultado el 100% para cada algoritmo. Asimismo, el número de evaluaciones para obtener los resultados con TS-MBFOA es la mitad que MBFOA. La prueba de *Wilcoxon Signed Rank Test* con un nivel de certeza del 95% fue aplicada al mejor valor encontrado por cada algoritmo en sus 30 ejecuciones, la cual arroja que hay una diferencia significativa con *P-value* de 0.01732 entre los valores de ambos algoritmos a favor de TS-MBFOA con normalización. La convergencia de TS-MBFOA con y sin restricciones es mostrada en la Figura 4.2, donde ambos algoritmos convergen rápidamente hacia el óptimo pero continua su mejora con el paso de las generaciones. Esta convergencia pertenece a la ejecución 15 de las 30 corridas independientes realizadas. En general, el algoritmo TS-MBFOA mejoró su rendimiento usando una técnica de normalización simple, además de utilizar menor número de evaluaciones que el algoritmo original MBFOA. La convergencia del algoritmo fue rápida pero no prematura.

Tabla 4. 2.2. Estadística básica de los resultados obtenidos por TS-MBFOA con y sin normalización

Medidas	TS-MBFOA sin Normalización	TS-MBFOA Con Normalización	MBFOA
Mejor	0.012670	0.012668	0.012671
Media	0.012692	0.012725	0.012734
Mediana	0.012697	0.012697	-
Desv. Estándar	1.89E-05	7.80E-05	5.48E-05
Peor	0.012752	0.01306	-
Tasa de factibilidad	100%	100%	100%
Evaluaciones	15,000	15,000	30,000

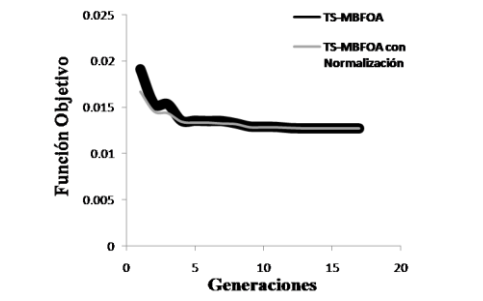


Fig. 4.2. Convergencia del algoritmo TS-MBFOA con y sin restricciones

5 Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se normaliza la población de un algoritmo basado en el forrajeo de bacterias llamado TS-MBFOA (por sus siglas en Inglés) con el objetivo de mejorar su rendimiento al resolver un problema de optimización numérica con restricciones. La técnica de normalización es simple y permite mapear el espacio de búsqueda a un rango entre [0,1]. La versión TS-MBFOA es un algoritmo de Inteligencia Colectiva, una meta-heurística reciente que ha tomado popularidad al resolver problemas de optimización tanto de pruebas como particulares en el estado del arte. Los resultados obtenidos por la TS-MBFOA con normalización fueron mejores que MBFOA y TS-MBFOA de acuerdo a las estadísticas básicas obtenidas, la tasa de factibilidad y la prueba de *Wilcoxon Signed Rank Test* aplicada. Además, TS-MBFOA obtiene resultados competitivos con la mitad de evaluaciones que su algoritmo padre, el MBFOA. Como trabajos futuro quedan: 1) implementar TS-MBFOA con normalización en diversos problemas, tanto de prueba como del mundo real, 2) implementar otras técnicas de normalización al algoritmo y 3) realizar un análisis profundo de los resultados utilizando diversas métricas.

Referencias

- [1] J. Kennedy and R. Eberhart, "Particle swarm optimization," Neural Networks, 1995. Proceedings., IEEE International Conference on, Perth, WA, pp. 1942-1948 vol.4, 1995.
- [2] D. Karaboga y B. Basturk. A. Powerful and efficient algorithm for numerical function optimization: articial bee colony (abc) algorithm. Journal of Global Optimization, 39(3):459-471, 2007.
- [3] M. Dorigo, V. Maniezzo y A. Colorni, "Ant system: optimization by a colony of cooperating agents," in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), vol. 26, no. 1, pp. 29-41, Feb 1996.
- [4] Passino, K., Biomimicry of bacterial foraging for distributed optimization and control, IEEE Control Systems Magazine 22(3), 52-67, 2002.
- [5] Storn, R., 'On the usage of diferential evolution for function optimization', IEEE Transactions on Evolutionary Computation pp. 519-523, 1996.

- [6] Holland, John H. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.
- [7] Cheng, S. y Shi, Y. Normalized population diversity in particle swarm optimization. In *Advances in Swarm Intelligence* (pp. 38-45). Springer Berlin Heidelberg, 2011.
- [8] Zaragoza Grifé J. N., Alonzo Salomón L., López Sánchez R. Algoritmo de cálculo de áreas de seccionestransversales para terracerías de un proyecto geométrico de carreteras. *Ingeniería, Revista Académica de la FIUADY*, 10-2, pp.25-35, 2006. ISSN: 1665-529X
- [9] Bremermann, H., Chemotaxis and optimization, *J. Franklin Inst* 297, 397-404, 1974.
- [10] Efrén Mezura-Montes y Betania Hernández-Ocaña, Bacterial Foraging for Engineering Design Problems: Preliminary Results, , in *Proceedings of the 4th Mexican Congress on Evolutionary Computation (COMCEV'2008)*, pp: 33-38, CIMAT, México. ISBN 968-5733-10-4, 2008.
- [11] Betania Hernández-Ocaña, María-del-Pilar Pozos-Parra and Efrén Mezura-Montes, Improved Modified Bacterial Foraging Optimization Algorithm to solve constrained numerical optimization problems, *Applied Mathematics and Information Sciences*, Vol.10, Pag.607-622, 2016. ISSN 2325-0399, 1935-0090, 2015.
- [12] Betania Hernández-Ocaña, María-del-Pilar Pozos-Parra, Efrén Mezura-Montes, Edgar Alfredo Portilla-Flores, Eduardo Vega-Alvarado and Maria Bárbara Calva-Yáñez. Two swim operators in the Modified Bacterial Foraging Algorithm for the Optimal Synthesis of Four-Bar Mechanisms, *Computational Intelligence and Neuroscience*, Vol. 2016, Pag.1-18, 2016. ISSN 1687-5273, 1687-5265. DOI: 10.1155/8483.
- [13] A. Biswas, S. Dasgupta, S. Das, and A. Abraham. A synergy of differential evolution and bacterial foraging optimization for global optimization. *Neural Network World*, 17(6):607-626, 2007.
- [14] Hsiang-Cheh Huang, Yueh-Hong Chen, and Ajith Abraham. Optimized watermarking using swarm-based bacterial foraging. *Information Hiding and Multimedia Signal Processing*, 1(1):51-58, 2010.
- [15] Youxin Luo and Zhaoguo Chen. Optimization for pid control parameters on hydraulic servo control system based on the novel compound evolutionary algorithm. In *Second International Conference on Computer Modeling and Simulation*, pages 40-43. IEEE, 2010.
- [16] Kalyanmoy Deb. An Efficient Constraint Handling Method for Genetic Algorithms. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 186(2/4):311-338, 2000.
- [17] Torgerson, W. S. *Theory and Methods of Scaling*, Wiley, Nueva York, 1958.

Análisis de Gasto Energético de un Circuito RC Usando Implementación Numérica

Carlos Juárez Toledo¹ e Irma Martínez Carrillo²

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, UAEMex, Instituto Literario 100, Col. Centro, Toluca Méx.,
cjuarez@uaemex.mx

² Universidad Autónoma del Estado de México, UAEMex, Instituto Literario 100, Col. Centro, Toluca Méx.,
imartinezca@uaemex.mx

Resumen. Conocer el total de energía que se necesita para cargar un capacitor es vital para diseñar sistemas eficientes de control en los circuitos electrónicos. El objetivo del artículo es determinar la energía total transferida mediante una aproximación polinomial ante una señal de entrada escalón.

La exactitud del método propuesto es comparada con la solución numérica del sistema original utilizando lenguaje de Matlab durante los primeros 5τ que dura el proceso de carga de un capacitor conectado en serie con una resistencia.

Palabras Claves: Ajuste Numérico, Aproximación Polinomial, Integral Numérica, Circuito serie RC, Transformada de Laplace.

1 Introducción

El circuito serie RC es formado por una resistencia que se conecta en serie con un capacitor comúnmente usado para circuitos como lo es Snubber o filtros pasa bajos o altos [1,2,3].

La finalidad del artículo es mostrar que se puede predecir el gasto energético por medio un análisis matemático sin necesidad de tomar mediciones de laboratorio.

Los casos que se analizan son:

- **Solución real** por medio de tomas directas de laboratorio y usando la integral trapezoidal para obtener el resultado, en esta prueba se utiliza directamente la medición por medio de un osciloscopio convencional [4,5,6]
- **Solución aproximada** usa el método de aproximación polinomial para aproximar un polinomio de grado cuatro tomando en cuenta los cinco términos de τ . Para el desarrollo aproximado se describen los fundamentos de la constante de tiempo τ , la selección de puntos para construir el polinomio $P(x)$ y, se usa la integral algebraica de un polinomio

para determinar el gasto energético que se necesita para cargar un capacitor en serie con una resistencia.

En las siguientes secciones se muestran los resultados numéricos, exactos y reales enfatizando el gasto energético que se necesita para cargar un capacitor en serie con una resistencia.

2. Desarrollo Convencional (Modelo Matemático)

La transformada de Laplace y el método de espacios de estados son de las herramientas más utilizados en ingeniería para obtener representaciones del comportamiento de los modelos de estudio [7, 8].

En la presente sección usaremos la transformada de Laplace para determinar el comportamiento del sistema de la Figura 1.

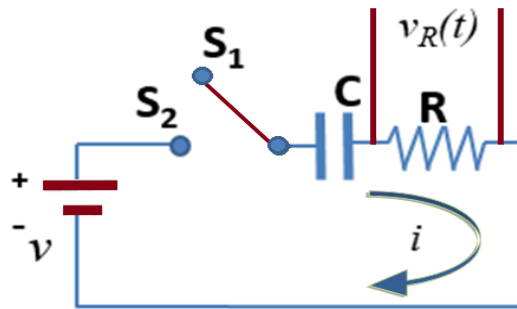


Fig. 1. Circuito serie RC.

El circuito serie RC de la figura 1, consta de un voltaje que carga de un capacitor en el cual se ha conectado una resistencia en serie para hacer el proceso de carga/descarga más lento. El conmutador tiene dos posiciones las cuales se describen en la tabla 1.

Estado del interruptor	Acción
S1	C inicialmente descargado
S2	C Cargando a través de I

Tabla 1. Posiciones del conmutador del circuito serie RC.

Inicialmente se considera al conmutador en la posición S1 e inicialmente descargado, se comienza con el proceso de carga con el interruptor en S2 para determinar el comportamiento dinámico del sistema en la resistencia es decir ($V_R(t)$).

Cuando el interruptor de la figura 1 pasa a S2 el circuito se cierra y el voltaje en la resistencia V_R es variante en el tiempo debido al comportamiento de la corriente “ i ”, además se puede notar que la fuente se comporta como un divisor de voltaje entre el capacitor y la resistencia.

La ecuación diferencial que describe el comportamiento de la malla es

$$v = \frac{1}{C} \int i dt + Ri \quad (1)$$

En la ec. 1 se puede apreciar el divisor de voltaje de $v_R(t)$ y además se observa que la incógnita a resolver es la corriente “ i ”. Usando el cambio al dominio de Laplace podemos describir la ecuación en la siguiente forma.

$$v = \frac{1}{C} \int i dt + Ri \Rightarrow V_s = \frac{I_s}{CS} + RI_s \quad (2)$$

factorizando I_s de (2) se obtiene

$$V_s = I_s \left(\frac{RCS + 1}{CS} \right) \quad (3)$$

Con V_s la señal de entrada e I_s la señal de salida, entonces la función de transferencia resulta

$$\frac{I_s}{V_s} = \left(\frac{CS}{RCS + 1} \right) \quad (4)$$

Introduciendo una señal de entrada tipo escalón de la forma

$$K_v u(t) \Rightarrow \frac{K_v}{S} \quad \text{con} \quad K_v > 0 \quad (5)$$

el valor K_v representa la magnitud en volts de la fuente, entonces I_s puede reescribirse de la forma

$$I_s = \left(\frac{C S}{R C S + 1} \right) \left(\frac{k_v}{S} \right) = \left(\left(\frac{k_v}{R} \right) \left(\frac{1}{S + \frac{1}{R C}} \right) \right) \quad (6)$$

Una manera de determinar la corriente “i” en el tiempo es aplicando la inversa de Laplace

$$i(t) = \frac{k_v}{R} e^{\left(\frac{-t}{RC} \right)} = \frac{k_v}{R} e^{\left(\frac{-t}{\tau} \right)} \quad (7)$$

donde $\tau = R C$, finalmente las ecuaciones que describen el comportamiento del voltaje en la resistencia y el capacitor son respectivamente:

$$\begin{aligned} v_R &= k_v e^{\left(\frac{-t}{\tau} \right)} \\ v_C &= k_v \left(1 - e^{\left(\frac{-t}{\tau} \right)} \right) \end{aligned} \quad (8)$$

Hay que tomar en cuenta que ambas ecuaciones se utilizan para describir el sistema completo y, que las dos son dependientes es decir la caída de tensión en uno del elemento es afecto en el otro por medio de la siguiente expresión

$$v = v_R + v_C \quad (9)$$

3. Modelo Propuesto (Modelo Numérico)

La constante de tiempo de un circuito serie RC se designa con la letra tau (τ) cuyas unidades son segundos, la cual se define como:

$$\tau = RC \quad (10)$$

donde la resistencia R es dada en ohms, la capacitancia C en farads y el voltaje de tau es “ v_τ ” equivalente al 63.2% del voltaje de la fuente [9,10].

Se considera que un condensador se carga o descarga totalmente en 5 veces (τ) y que corresponde al 63.2% de carga o descarga de su capacidad. En la práctica nunca llega al 100 % o al 0% de su carga como puede verse en la tabla 2.

Para determinar el polinomio de Newton primero es necesario plantear el concepto de diferencias finitas hacia adelante. Suponga que se parte de una función continua y diferenciable en el intervalo $[11, 12]$.

$$x_1 \leq x \leq x_{n+1} \quad (11)$$

de la cual se conocen los puntos tabulados x como se muestra en la tabla 3. Para nuestro estudio usaremos los puntos de la contante de τ los cuales fueron descritos en la tabla 1.

x	y=f(x)	$\Rightarrow$	Tiempo en τ	Carga en %
x_1	y_1		1	63.2
x_2	y_2		2	86.5
x_3	y_3		3	95.0
x_4	y_4		4	98.2
x_5	y_5		5	99.3

Tabla 2. Sistema discreto mostrando correspondencia con la variable τ .

donde las diferencias hacia adelante se definen de la siguiente forma

$$\Delta^I y_i = y_{i+1} - y_i \quad (12)$$

$$i=1,2,3,\dots,n$$

y el I romano indica que es la primera diferencia hacia adelante

$$\Delta^{II} y_i = \Delta^I y_{i+1} - \Delta^I y_i \quad (13)$$

$$i=1,2,3,\dots,n-1$$

Las diferencias hacia adelante pueden acomodarse como

$$\left. \begin{aligned} y_2 &= y_1 + \Delta^I y_1 \\ y_3 &= y_1 + 2\Delta^I y_1 + \Delta^{II} y_1 \\ y_4 &= y_1 + 3\Delta^I y_1 + 3\Delta^{II} y_1 + \Delta^{III} y_1 \end{aligned} \right\} \left. \begin{aligned} y_2 &= (1+\Delta) y_1 \\ y_3 &= (1+\Delta)^{II} y_1 \\ y_4 &= (1+\Delta)^{III} y_1 \end{aligned} \right\} y_{k+1} = (1+\Delta)^k y_1 \quad (14)$$

Para simplificar la ec. 14 en y_k es necesario aplicar una fórmula que proporciona el desarrollo de la potencia de un binomio y, se puede realizar usando el teorema del binomio de Newton

El teorema del binomio (también conocido como el binomio de Newton) es un arreglo mediante la cual se puede escribir el desarrollo de las potencias enteras positivas de un binomio [11].

$$k! = (1)(2)(3)\dots(k-2)(k-1)k \quad (15)$$

donde el número de combinaciones de k elementos tomados en grupos de j elementos por cada vez viene dado por la ec. 16

$$y_{k+1} = \binom{k}{0} y_1 + \binom{k}{1} \Delta^I y_1 + \binom{k}{2} \Delta^{II} y_1 + \binom{k}{3} \Delta^{III} y_1 + \dots + \binom{k}{k} \Delta^k y_1 \quad (16)$$

La expresión anterior de forma recursiva se puede reescribir como

$$\binom{k}{j} = \frac{k!}{j!(k-j)!} \quad (17)$$

y es fácil mostrar que si $j=0$ tenemos para cualquier k

$$\binom{k}{0} = \frac{k!}{0!(k-0)!} = \frac{k!}{(k)!} = 1 \quad (18)$$

Para reescribir la ecuación $y_{k+1} = (1+\Delta)^k y_1$ en términos del binomio del Newton observemos que desarrollando en potencias tenemos

$$\begin{aligned} y_2 &= y_1 + \Delta^I y_1 \\ y_3 &= y_1 + 2\Delta^I y_1 + \Delta^{II} y_1 \end{aligned} \quad (19)$$

$$y_4 = y_1 + 3\Delta^I y_1 + 3\Delta^{II} y_1 + \Delta^{III} y_1$$

$$y_5 = y_1 + 4\Delta^I y_1 + 6\Delta^{II} y_1 + 4\Delta^{III} y_1 + \Delta^{IV} y_1$$

Teorema Polinomial Aproximado: Cuando las diferencias de una función tabulada no se hacen constantes en ningún momento, pero en la j -ésima etapa son semejantes, se puede utilizar el polinomio con una aproximación de la función [12]. Para nuestro estudio es necesario realizar la aproximación por medio de un polinomio de grado 4 debido a que contamos con 5 elementos (ver tabla 3).

Usando el teorema polinomial aproximado de la sección 3.1 y, al tener cinco tiempos de estudio podemos aproximar el sistema por un polinomio de grado cuatro de la forma

$$y = F(x) = b_0 + b_1x + b_2x^2 + b_3x^3 + b_4x^4 \quad (20)$$

donde $(b_0, b_1, b_2, b_3 \text{ y } b_4)$ son incógnitas a resolver

4. Resultados

Para validar los resultados se usaron el Modelo Real y el Modelo Matemático donde el valor de la fuente es 5Vcd, $C=330\ \mu\text{F}$ y $R=47\text{k}\Omega$, por lo que usando la ec. 10 y la tabla 2 se puede determinar que $\tau=RC\approx 15.15\text{s}$ y $v_\tau=3.16\text{V}$.

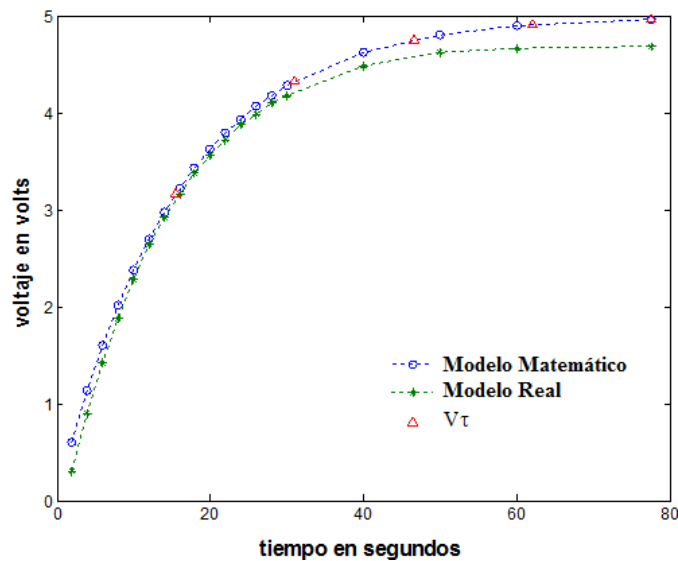


Fig. 2. Comparación entre el Modelo Matemático y Real.

En la figura 2 se muestra el resultado de laboratorio usando un osciloscopio Fluke 190/C Series, los valores aproximados son: $\tau \approx 15.6s$ y $v_{\tau} = 3.12V$ ²⁴.

Se utilizó el modelo matemático de la ec. 8 para determinar de forma algebraica el voltaje en el capacitor, es decir

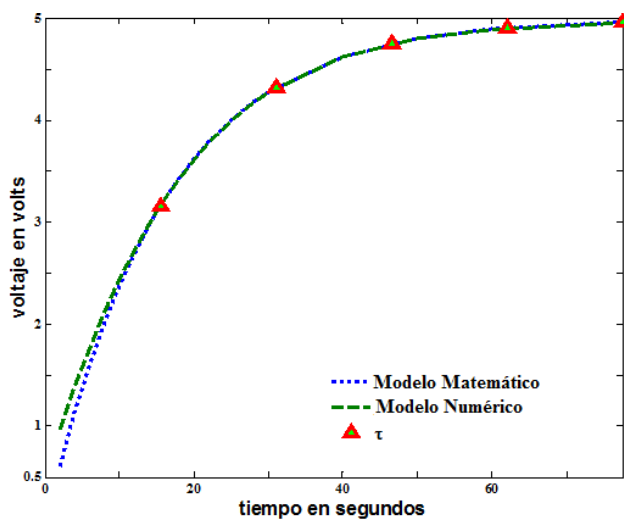
$$v_C = 5 \left(1 - e^{\left(\frac{-t}{15.15} \right)} \right) \quad (21)$$

En la figura 2 se observan los siguientes comportamientos:

1. El modelo matemático alcanza el valor de la fuente (5vcd) mientras el modelo real no alcanza el valor nominal
2. El valor nominal en el modelo real es alcanzado en un tiempo infinito, mientras en el modelo matemático en 5τ
3. La constante de tiempo τ se ubica en el mismo punto para ambos sistemas
4. Los modelos se empiezan a separar a partir de la constante de tiempo τ

La interpolación es ampliamente usada en ingeniería para escribir el comportamiento de los sistemas [13,14], como se describe a continuación se usa el modelo para el modelo numérico los cinco puntos conocidos de τ de la tabla 2 para formar el polinomio que aproxime el comportamiento del sistema Real, cuyo resultado es el siguiente polinomio interpolado (ver ec. 22 y figura 3).

$$P(t) = -2.1145 \times 10^{-7} t^4 + 5.3549 \times 10^{-5} t^3 - 0.0052 t^2 + 0.2404 t + 0.5046 \quad (22)$$



²⁴ El valor aproximado depende de la sensibilidad de cada equipo

Fig. 3. Comparación del circuito serie RC del modelo matemático y el modelo real.

En la figura 3 se compara el modelo matemático con una aproximación polinomial de cuarto grado y, se indican los valores de $\square$ usados para formar el polinomio $P(x)$.

El cálculo del gasto energético de la solución exacta se realizó integrando directamente los valores obtenidos del osciloscopio, por medio de una integral trapezoidal cuyo resultado fue de un gasto real de $G_R=297.36$ Volts.Segundo.

Modelo	Integral del Gasto Energético	Resultado de la integral Volts.Segundo	$\varepsilon\%$
Matemático	$\int_0^{5\tau} v_C dt$	312.45	5.07
Númerico	$\int_0^{5\tau} P(t)dt$	319.18	7.33

Tabla 3. Comparación del Gasto Energético.

donde el error en porcentaje se calcula usando la siguiente formula

$$\varepsilon = \left\| \frac{G_R - G_A}{G_A} \right\| \times 100\% \quad (23)$$

y los gastos aproximados fueron obtenidos de integral algebraicamente las ecuaciones 21 y 22 para lo primero cinco tiempos $\square\square$ como lo indica la tabla 3.

5 Conclusiones y trabajos futuros

En el artículo se propone que para describir el comportamiento del sistema serie RC no es necesario resolver la ecuación diferencial y, se muestra que es suficiente una representación polinomial basada en los cinco puntos conocidos de $\square\square\square$ El modelo numérico propuesto se usó para cargar un capacitor en un circuito serie RC al 100% (5 $\square$), comparando los resultados con los métodos algebraico y real. La representación polinomial del sistema de carga del capacitor en el circuito RC es generalizada y el grado depende del número de puntos de $\square\square$ que se requieran.

En trabajos futuros se pretende implementar el método numérico propuesto a redes con elementos resistivos, inductivos y capacitivos (RLC) en serie y/o paralelo para conocer el comportamiento generalizado del sistema de estudio para diseñar y ubicar

geográficamente en la red dispositivos óptimos de control con las características propias requeridas.

Referencias

- [1] I. D. Kim; E.-C. Nho; B. K. Bose, “A new snubber circuit for multilevel inverter and converter”, Industry Applications Conference, 1998. Thirty-Third IAS Annual Meeting. The 1998 IEEE, año 1998, Volumen 2. 1432 - 1439 pp.
- [2] C. Weiyun, D. Daohong, “Research on a novel active snubber circuit”, Power Electronics and Variable Speed Drives, 1996. Sixth International Conference on (Conf. Publ. No. 429), año 1996, 60 – 64 pp.
- [3] G. Morales, “Análisis de circuitos eléctricos en DC: nueva metodología de enseñanza”. Editorial Limusa. 2005. México. ISBN 9681865448. 453 pp.
- [4] L. Vandenberghe; S. Boyd; A. El Gamal “Optimizing dominant time constant in RC”. circuits IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems. año 1998, Volumen 17, Issue: 2 110 – 125 pp.
- [5] C. Ouffoue; V. Nguyen; C. Jabbour; H. Fakhoury; P. Loumeau “A low power RC time constant auto-tuning circuit for RC-integrators in high linearity continuous-time delta sigma modulators”. New Circuits and Systems Conference (NEWCAS), 2012 IEEE 10th International año 2012. 281-284 pp
- [6] M. Nahvi, J.A. Edminister, P. M. Rodríguez. “Circuitos eléctricos y electrónicos”. 4ta edición. McGraw-Hill, 2005. México. ISBN 8448145437. 528 pp.
- [7] I. Martínez, C. Juárez, “Modelado de un Sistema Máquina Bus Infinito Usando Transformada de Laplace”, Pistas educativas, octubre 2015, ISSN 1465-1249.
- [8] K. Ogata, “Ingeniería de Control Moderna”. 4ta edición. Prentice Hall. Madrid. ISBN 0-13-060907-2. 973 pp.
- [9] R. L. Boylestad, L. Nashelsky “Electronic Devices and Circuit Theory”. USA. Pearson/Prentice Hall, 2009. ISBN 0135026490. 849 pp.
- [10] R. L. Boylestad, L. Nashelsky “Electricidad, Electrónica y Electromagnetismo”. Trillas. México, 1993. ISBN 968-24-4335-0. 650 pp.
- [11] A. Robles del Peso y J. García Benedito. “Métodos Numéricos en Ingeniería. Prácticas con Matlab”. Universidad de Oviedo. ISBN 13-978-84-8317-563-7. 163 pp.
- [12] J. M. Izar Landeta “Elementos de Métodos Numéricos para Ingeniería”. Universidad Autónoma del San Luis Potosí. México ISBN 968-7674-45-8. 225 pp.
- [13] N. J. Pacheco, C. Juárez and I. Martínez “Análisis Dinámico de la Estabilidad Usando Interpolación de Alto Orden”, para Ingeniería Investigación y Tecnología de la UNAM, Volumen 13, Octubre 2012, paginas 451-460, ISSN 1405-7743.
- [14] I Hernández, C. Juárez, I Martínez, “Interpolación polinomial para determinar el tiempo de tratamiento criogénico para acero AISI D2 en medio básico”, Pistas educativas, octubre 2015, ISSN 1465-1249.

Conteo de conjuntos independientes en compuestos químicos

Pedro Bello López¹, Meliza Contreras González² y Juan Antares Perdomo Flandez³

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Calle 4 sur 104, Colonia centro, Puebla Pue. 72500. México
pbello@cs.bauap.mx

² Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Calle 4 sur 104, Colonia centro, Puebla Pue. 72500. México
Vikax68@gmail.com

³ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación, Calle 4 sur 104, Colonia centro, Puebla Pue. 72500. México
kanabos_delid@hotmail.com

Resumen. El cálculo de conjuntos independientes sobre grafos es un problema clásico de combinatoria y de las ciencias de la computación cuyo objetivo es formar conjuntos con elementos disjuntos. En este trabajo se presenta un algoritmo implementado en java que permite el conteo de conjuntos independientes aplicado al cálculo de compuestos químicos que forman cadenas poligonales, en especial a los bencenos que tienen ciertas características que hacen útil los algoritmos sobre grafos para calcular el número de conexiones entre estos. El Algoritmo consiste en general en calcular el número de conjuntos independientes de una estructura poligonal forma una macro, aplicar esta macro al siguiente polígono y así sucesivamente.

Palabras Claves: Conjuntos independientes, Cadenas poligonales, Grafos, Bencenos.

1 Introducción

La teoría de grafos es un área que se dedica al modelado de problemas que se pueden representar con estructuras de nominados grafos, un grafo es un modelo muy simple formado por conjunto de nodos o vértices unidos por arcos o aristas.

En teoría de grafos, un conjunto independiente o estable es un conjunto de vértices en un grafo tal que ninguno es adyacente a otro. Es decir, es un conjunto V de vértices tal que para ningún par de ellos existe alguna arista que los conecten. En otras palabras, cada arista en el grafo contiene a lo sumo un vértice en V . El tamaño de un conjunto independiente es el número de vértices que contiene. Este tipo de problemas puede ser

extrapolado al cálculo de compuestos químicos que forma cadenas poligonales, en especial a los bencenos que tienen ciertas características que hacen útil los algoritmos sobre grafos para calcular el número de conexiones entre estos. En la figura 1 de lado izquierdo se muestra un trifenileno y en la parte derecha es modelado como un grafo.

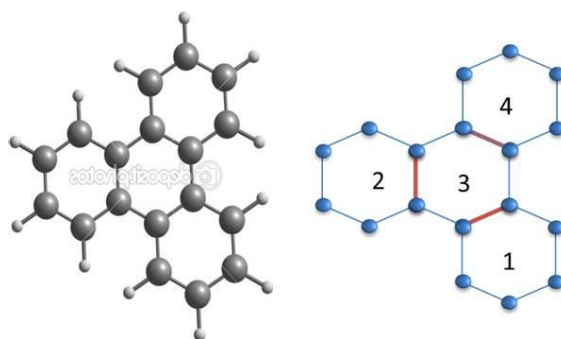


Fig. 1. Trifluoreno modelado como un grafo.

El problema de contar el número de conjuntos independientes de un grafo es un clásico problema #NP- completo para grafos de grado 3 o superior por lo que es poco probable que exista un algoritmo que lo resuelva, por lo que se deben estudiar y analizar las diferentes estructuras de grafos para delimitar computacionalmente los tiempos de ejecución. Sin embargo las estructuras químicas aquí planteadas son modeladas como cadenas poligonales donde cada polígono tiene un comportamiento similar por lo que es posible contar el número de conjuntos independientes de forma polinomial. Así el objetivo de este trabajo es presentar un algoritmo que, sin importar el número de lados del polígono del grafo, pueda obtener todos sus conjuntos independientes de forma implícita utilizando para esto una serie de variables que nos permiten formar macros y ser substituidas para formar cadenas poligonales.

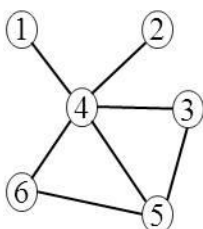


Fig. 2. Trifenileno modelado como un grafo

Con el presente grafo de la figura 2 se pueden obtener los conjuntos independientes por tamaño o por número de elementos como se muestra:

$C1 = \{1\}, \{2\}, \{3\}, \{4\}, \{5\}, \{6\}$ cantidad = 6

$C2 = \{1,2\}, \{1,3\}, \{1,5\}, \{1,6\}, \{2,3\}, \{2,5\}, \{2,6\}, \{3,6\}$ cantidad = 8

$C3 = \{1,2,3\}, \{1,2,5\}, \{1,2,6\}, \{2,3,6\}$ cantidad = 4

$C4 = \{1,2,3,6\}$ cantidad = 1

En total se obtienen 19 + conjunto vacío se tienen en total 20 conjuntos independientes.

El cálculo del número de conjuntos independientes de un grafo en ciencias de la computación ha sido una llave determinante de la frontera entre el conteo eficiente y los procedimientos del conteo intratable, Vadhan[11] mostro que el conteo del número de conjuntos independientes en grafos de grado máximo de 4 es #P-Completo, mientras que Greenhill [10] redefine este resultado mostrando que el conteo del número de conjuntos independientes sobre grafos de grado 3 o superior es #P-Completo.

La teoría de grafos es ampliamente estudiada en ciencias de la computación debido a que representa un modelo para muchos problemas por resolver.

La aplicación de este tipo de problemas se ha ido extendiendo a mapas como es el coloreo o por otro lado el análisis para definir la mejor ruta posible a algún destino. En redes eléctricas Gustav Kirchhoff hizo uso de estas para el cálculo de voltajes en circuitos eléctricos y en química Arthur Cayley usó los grafos para la enumeración de isómeros usando grafos del tipo árbol por mencionar dos casos famosos.

Más recientemente se ha llevado la aplicación de los grafos a ingeniería de software como se presenta en [5] donde tomando en cuenta que una principal forma de representar los proyectos es a través de diagramas los cuales son a su vez grafos dirigidos, se hace una investigación sobre la utilidad de sobre sistemas orientados a objetos. O igualmente sobre el área de programación para hacer testeo de programas y analizar su performance haciendo uso de grafos dirigidos se puede expresar el flujo de control y de datos de cualquier programa [6].

De otra forma también se puede hacer uso de grafos aleatorios para cubrir diferentes casos de un algoritmo y así predecir su rendimiento en situaciones más reales en lugar de analizar solo las cotas superiores e inferiores [7].

Las aplicaciones del estudio sobre esta área se extienden a la administración de proyectos, redes de comunicación, sociología, identificación de patrones, química [8] o en física [9] entre otras y por ello la importancia de su estudio y la necesidad de la creación de algoritmos que den solución a diferentes tipos y estructuras de los grafos.

En particular atacamos el problema del cálculo de conjuntos independientes sobre estructuras químicas considerando que están formadas por polígonos de diferentes tamaños y que están unidos por un solo enlace.

- Un fenileno es un radical aromático divalente obtenido de una molécula de benceno.
- Cualquier polímero que contenga un bloque básico de fenileno es llamado polifenileno.
- Los bencenoides también presentan una estructura similar a los fenilenos.
- Estos componentes son los precursores de materiales comerciales de interés para el área química.
- Los policenos consisten en varios anillos de benceno orto-fusionados en una disposición rectilínea.
- Orto-fusión: es aquella en la que por cada dos anillos adyacentes tiene dos y sólo dos átomos y un enlace común.

2 Estado del arte

Debido a la extensa aplicación de la teoría de grafos se hace relevante presentar soluciones para problemas específicos del área y de igual forma mejorar las existentes, para esto muchas veces se analiza los tipos de complejidad de los algoritmos así como su desempeño en memoria y tiempo de procesamiento en la aplicación.

Dentro de los trabajos del cuerpo académico algoritmos combinatorios y aprendizaje se han propuesto algoritmos capaces de resolver el problema de los conjuntos independientes para estructuras específicas de grafos como en el caso de grafos del tipo cadena y ciclo [1a], El problema del máximo conjunto independiente, como es mencionado en muchas investigaciones, es un problema NP-Difícil o NP-Complejo y hasta el momento no hay solución que mejore la complejidad exponencial.

La búsqueda del máximo conjunto independiente en si también puede resolver a la par la búsqueda de todos los conjuntos independientes ya que al ser un problema exhaustivo se recorrerán todas las posibles soluciones en donde están incluidos todos aquellos conjuntos que no son máximos.

Se han propuesto algoritmos capaces de resolver el problema de los conjuntos independientes para estructuras específicas de grafos como en el caso de grafos del tipo cadena y ciclo [1a], en donde se ha creado un algoritmo que usando la secuencia o serie de Fibonacci como base obtienen los conjuntos independientes de dichos grafos. De igual forma se han desarrollado soluciones para los conjuntos maximales de forma paralela haciendo uso de árboles [2a].

Otros trabajos proponen y mejoran algoritmos para grafos circulares enfocándose a la optimización del compilador como en la asignación de registros en "pipelined bucles" de software o bien en diseño de VLSI (Very Large Scale Integration) para sistemas de circuitos integrados basados en transistores [4a]. Igualmente se ha llegado a proponer soluciones para grafos con grado o valencia baja que por su simplicidad y siendo soluciones más específicas pueden conseguirse tiempos por debajo de la media como en el propuesto por Mingyu Xiao y Hiroshi Nagamochi [3a] que da a conocer una solución de tiempo $1.1736nnO(1)$ para grafos de grado 5.

El estudio de soluciones para grafos con ciertas características constituye un tópico de investigación y aplicación en ciertas áreas como lo son en redes computacionales en donde puede variar la topología y un algoritmo específico llegará a ser más eficiente, sin embargo la necesidad de tener una solución general es igualmente útil para cuando se desconoce la estructura.

Nuestra propuesta del cálculo de conjuntos independientes en bencenos es considerada una aplicación de la teoría de grafos en problemas de otra disciplina como lo es los compuestos químicos.

3 Metodología

In this section the supervised version of the ART2 NN is briefly described. For the correct functioning of this supervised version, the following points are considered.

4 Resultados

En esta sección presentamos los algoritmos implementados para el cálculo de conjuntos independientes sobre estructuras químicas que son modeladas como grafos poligonales. Se muestran los algoritmos a través de ejemplos del cálculo de conjuntos independientes en bencenos.

Algoritmo 1.

Entrada: G

Identificar si el grafo es cadena o árbol de k-polígonos.

Caso A: Cadenas poligonales

- Por cada anillo A_i (polígono de k lados)
- Procesar el anillo iniciando con el par (α, β) a partir de un vértice que forme parte de una arista común en sentido inverso a las manecillas del reloj.
 - Aplicar la recurrencia $\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_{i-1}$ $\beta_i = \alpha_{i-1}$ hasta llegar al vértice que completa el ciclo.
 - El último cálculo eliminará el elemento β' de la pareja $(\alpha + \beta, \alpha' + \beta')$ resultando el $\#CI = \alpha + \beta + \alpha'$ para ese polígono.
- Colocar la macro resultante M_i de la forma $(\alpha M_i + \beta M_i, \alpha' M_i)$ en la arista común de los anillos.
- En caso de que una arista a procesar contenga una macro M_i se sustituirá el valor actual de $(\alpha_{new}, \beta_{new})$ de la forma:

$$M_i(\alpha_{new}, \beta_{new}) = (\alpha_{M_i}(\alpha_{new}) + \beta_{M_i}(\beta_{new}), \alpha'_{M_i}(\alpha_{new}))$$

- El total de conjuntos independientes será la suma de los valores de la última macro que será de la forma $\alpha M_i + \beta M_i + \alpha' M_i$

Ejemplo 1. Pentaceno: se considera varios anillos (figura 3) de benceno orto-fusionados en una disposición rectilínea. Son nombrados citando un prefijo de multiplicidad que indica el número de anillos de benceno, seguido del sufijo "ceno". Las únicas excepciones son los compuestos de 3 y 4 elementos cuyos nombres triviales se conservan.

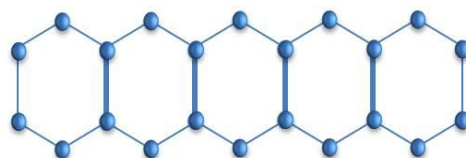


Fig. 3. Pentaceno

5 Conclusiones y trabajo futuro

In this paper we proposed to use a supervised ART2 NN using several feature vectors to recognize objects. The advantage to use several SFVs is that the information is distributed obtaining thus a better performance. Instead of having a candidate at the output, we get a list of ordered candidates in terms of the times they were indexed by each SFVs. This decreases misclassification. Another advantage is the using of a memory map. Here the information is stored and weighted. The information stored can be used to know where a given feature is found in an object. If it happens that different objects share a feature, the weight for this feature is proportional to the number of objects sharing it. On the other hand, if a feature belongs to just one object, then this feature is most relevant for that object.

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.

References

- [11] Vadhan Salil P., The complexity of Counting in Sparse, Regular, and Planar Graphs, SIAM Journal on Computing, Vol. 31, No.2, (2001), 398-427.
- [10] Greenhill Catherine , The complexity of counting colourings and independent sets in sparse graphs and hypergraphs”, Computational Complexity, 1999.
- [5] Alexander Chatzigeorgiou, Nikolaos Tsantalis, George Stephanides, Application of Graph Theory to OO Software Engineering, Department of Applied Informatics, University of Macedonia.
- [6] M. E. Stickney, An Application of Graph Theory to Software test Data Selection, Hughes Aircraft Company.
- [7] Henry K. DeWitt, Applications of the theory of random graphs to average algorithm performance analysis, ACM '79 Proceedings of the 1979 annual conference, Pages 251-258.
- [8] Alexandru T. Balaban, Applications of Graph Theory in Chemistry, Department of Organic Chemistry, Polytefhnica Institute. 76206 Bucharest, Roumania.

[9] John W. Essam, Michael E. Fisher, Some Basic Definition in Graph Theory, Reviews of Modern Physics Volume 42, April 1970.

[1ª] Guillermo De Ita, Pedro Bello, Diseño de Algoritmos Eficientes para el Conteo de Conjuntos Independientes en una Red, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Computación.

[2ª]Rafael López Bracho, María Paula Ortuño Sánchez, Un algoritmo paralelo para el problema del conjunto independiente, Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones 2000 7(1-2) : 125–134.

[3a] Mingyu Xiao, Hiroshi Nagamochi, An exact algorithm for maximum independent set in degree-5 graphs, Discrete Applied Mathematics, 2014.

[4a]Nicholas Nash, Sylvain Lelait, David Gregg, Efficiently Implementing Maximum Independent Set Algorithms on Circle Graphs, ACM Journal of Experimental Algorithmics, Vol. 13, Article 1.9, December 2008.

XII. Minería de Datos

Implementación de técnicas de minería de datos y lógica difusa para una plataforma web que mide la satisfacción de los clientes, utilizando herramientas libres

Adrián Alfonso Montiel Abad ¹, Edmundo Bonilla Huerta ¹ y Roberto Morales Caporal¹

¹ Instituto Tecnológico de Apizaco, Avenida Instituto Tecnológico s/n, A.P. 19, Tlaxcala, Tlaxcala, 903000. México
adrianmontiel.92@gmail.com
edbonn@itapizaco.edu.mx
moralescaporal@hotmail.com

Resumen. Hoy en día la información se ha convertido en una herramienta importante para cualquier campo, y es por eso que las empresas necesitan esa información para así poder generar conocimiento, y de igual modo ayuda a al momento de hacer la toma de decisiones. Para poder llevar a cabo este proceso, la minería de datos se ha convertido en una herramienta importante para poder hacer la extracción del conocimiento. Por ello las empresas para tener una ventaja competitiva hacen uso de las técnicas de minería de datos. En este artículo se propone la implementación de técnicas de minería de datos y un módulo de lógica difusa. Se aplican, lógica difusa para medir la satisfacción del cliente, reglas de asociación para segmentar el mercado, entropía para encontrar valores ausentes y un clasificador Bayes Naive el cual clasificará los posibles clientes que van a responder encuestas. Para agregar una ventaja competitiva a una plataforma web que mide la satisfacción de clientes finales, además que la implementación de dichas técnicas es con herramientas libres tales como django, un framework para desarrollo de plataformas web, basado en el lenguaje de programación python.

Palabras clave: Minería de datos, Satisfacción de clientes, Herramientas Libres, Lógica Difusa.

1 Introducción

La permanente competencia entre las empresas las ha orillado a encontrar nuevas formas de mantener a sus clientes satisfechos y leales hacia las mismas [1]. El tener a los clientes satisfechos puede traer varias ventajas para las empresas por ejemplo, mejor desempeño financiero, retención de clientes entre otras. Otra de las ventajas importantes de contar con clientes satisfechos es que estos a su vez generan cierta lealtad hacia la empresa.

Actualmente existen empresas como Oracle o SAP, que ofrecen servicios para la medición de la satisfacción de los clientes, pero sus precios son elevados como para que una pequeña o mediana empresa, que está empezando o que está en proceso de crecer los pueda adquirir. Sin embargo para que los costos no sean tan elevados hay desarrolladores los cuales trabajan con herramientas libres las cuales, algunas son gratuitas, y se pueden obtener resultados igual de eficientes que los que te ofrecen las grandes empresas, por ejemplo, hace unos años existía una enciclopedia de Microsoft la cual era costosa y por ello no todo el público tenía acceso a esta, en 2004 cuando Wikipedia alcanzó una gran cantidad de artículos los medios de comunicación fijaron su atención en esta plataforma, tal fue su éxito que logró ganar más usuarios que la enciclopedia de Microsoft debido a su gran cantidad de información, y a que el sitio no tiene ningún costo por navegar[2].

Pero para poder ofrecer un producto innovador que le de cierta ventaja competitiva es necesario usar algo que no sea algo trivial [3], por ello la implementación de técnicas de minería de datos pueden dar ese plus que la herramienta necesita para sobresalir respecto a las herramientas de este tipo que actualmente hay en el mercado. Las técnicas de minería de datos usadas en este artículo son:

- Clasificador Bayes Naive.
- Reglas de asociación.
- Valores ausentes con entropía.

Además de estas técnicas de minería de datos , también se utilizará una metodología basada en conjuntos difusos [4, 5].

Estas 4 técnicas fueron pensadas para dar a la plataforma mayor precisión, El clasificador Bayes Naive ayudará a discriminar los posibles clientes que pueden contestar la encuesta de los que no, de acuerdo a los datos que se tengan almacenados, la lógica difusa se implementará con un sistema difuso tipo sugeno para medir el grado de satisfacción de los clientes sobre un producto o servicio e inclusive de ambos, esto con el fin de eliminar cierta incertidumbre que pueda surgir durante la medición del grado de satisfacción, las reglas de asociación se utilizarán con el fin de hacer una segmentación de mercado, y la entropía servirá para encontrar valores ausentes de los clientes ya sea por error al momento de capturarlos o porque el cliente decidió omitirlos.

2 Estado del arte

La plataforma propuesta podría ser atractiva para las empresas debido a que utiliza métodos no convencionales, los cuales pueden dar una ventaja competitiva debido a que los resultados según la literatura han sido satisfactorios, a continuación se describen algunos trabajos reportados sobre esta temática:

En [1] los autores utilizan la minería de datos para encontrar la relación entre la satisfacción de clientes y la lealtad de los mismos, utilizan algoritmos de clasificación como, redes neuronales, Bayes Naive, entre otros.

En [6] el autor hace uso de un modelo difuso para medir la satisfacción de clientes el cual tiene una mejora ya que le agrega un valor al cual le llaman peso, este valor, de acuerdo al autor hace que la medición sea más exacta.

En [7] hace una revisión de varios artículos, enfocados al Manejo de las relaciones con el cliente haciendo uso con minería de datos, en el cual encuentra que la técnica más usada de minería de datos es la de clasificación.

3 Metodología

Se aplicará minería de datos a la plataforma web para medir la satisfacción de clientes finales [8], dentro de esta plataforma existe un módulo el que estará encargado de aplicar las técnicas de minería de datos en los módulos de Campaña y de Cuestionarios y también está el módulo de inferencia difusa que se encargará de medir el grado de satisfacción de los clientes.

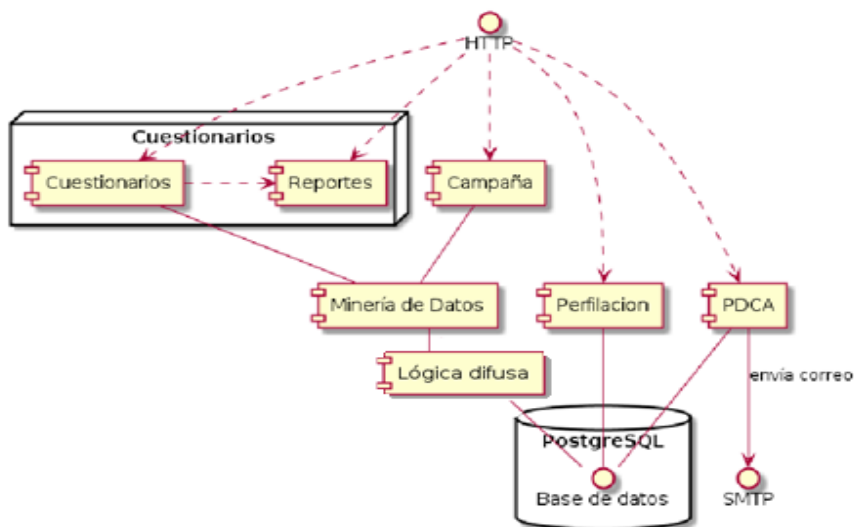


Figura 1. Diagrama de componentes de la plataforma.

3.1 Campaña

El módulo de campañas está diseñado para que las encuestas sean dirigidas hacia distintos procesos que se deseen mejorar en la empresa, por ejemplo si se desea saber la calidad de un producto o como fue la experiencia al momento de hacer la compra se crea una campaña para cada una de estas.

En este módulo también se seleccionan a los posibles clientes que serán encuestados, se selecciona un archivo csv, en el cual están los datos de los clientes y en base a estos datos se procede a hacer la selección de los clientes. Para este proceso se puede implementar el algoritmo Bayes Naive [9], con el cual se podrá clasificar que clientes tienen más posibilidades de contestar, y cuales menos e inclusive a cuales se

tendrían que eliminar debido a que no cumplan con los datos necesarios para poder ser entrevistados.

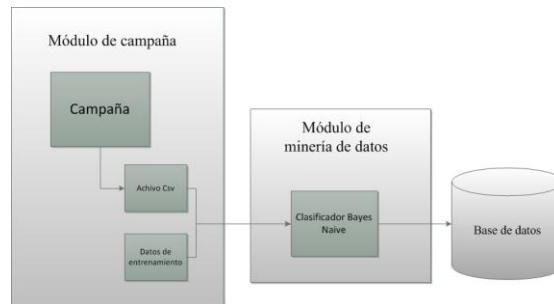


Figura 2. Diagrama de bloques de cómo trabaja el clasificador Bayes Naive.

3.2 Cuestionarios

En el módulo de cuestionarios se diseñan las encuestas que posteriormente serán aplicadas a los clientes que previamente han cumplido los requisitos de Perfilación. Para este módulo se implementa un sistema de inferencia difusa tipo sugeno [10], con el cual elimina, cierta incertidumbre de los resultados arrojados en las encuestas. El sistema difuso trabaja con funciones de pertenencia triangulares, y las salidas pueden ser lineales o constantes dependiendo el caso, para poder saber cuál de las salidas es mejor antes se tiene que hacer un análisis y en base a este análisis se decidirá el tipo salida. Este sistema difuso está desarrollado con django [11], lo cual da una ventaja, ya que es software libre y con esto ya no se necesita hacer uso de software de costo como el toolbox de matlab [12] para lógica difusa, ya que como se sabe una licencia de matlab es muy costosa.

Una vez que se los clientes contestaron las encuestas y ya se midió la satisfacción con esos resultados se puede proceder a hacer una segmentación de mercado con reglas de asociación [13] un algoritmo que sirve para encontrar patrones dentro de las bases de datos, en caso de que los datos del cliente no estén completos debido a un error al momento de la captura, o a que el cliente simplemente no quiso proporcionarlos, estos datos pueden ser deducidos aplicando entropía [14], y de esta manera se puede tener una mejor segmentación.

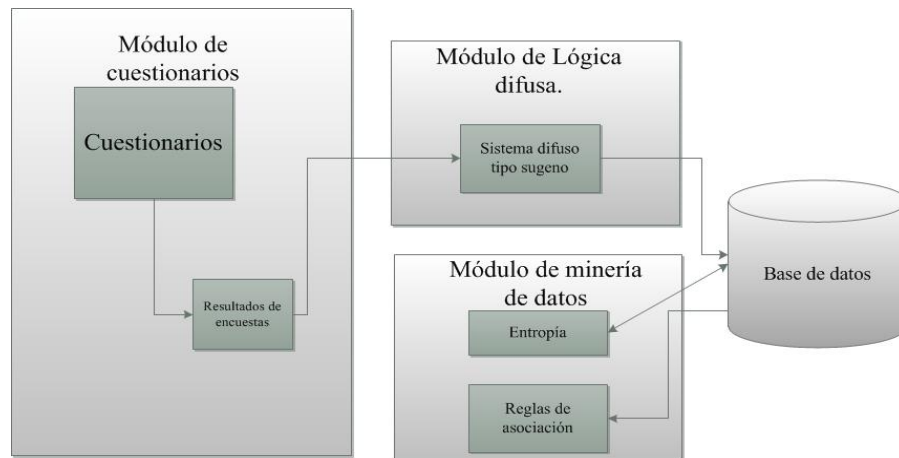


Figura 3. Diagrama de bloques que muestra cómo se aplica de minería de datos al módulo cuestionarios

4 Resultados experimentales

Para poder comprobar que las herramientas desarrolladas para este trabajo son eficientes fue necesario hacer una comparación entre herramientas que ya están consolidadas en el mercado, como matlab, o weka, herramientas que se han ganado un nombre en el mercado debido a los resultados que han arrojado a lo largo del tiempo.

Los módulos que fueron probados para este trabajo fueron, el sistema difuso tipo Sugeno, que se sometió a una comparación con toolbox de lógica difusa de matlab. En esta comparación se evalúa la satisfacción del cliente, para poder evaluarla se necesitaron 2 variables de entrada, las cuales son: Trato y producto. La variable Trato, expresa la forma en la cual fue atendido el cliente durante la compra. La variable Producto mide la calidad del producto después de haberlo consumido.

Todos los conjuntos difusos para cada variable de entrada se hicieron con una función de membresía triangular, de manera que los parámetros de cada conjunto se muestran en la siguiente tabla:

CONJUNTOS DIFUSOS

Nombre	Parámetro A	Parámetro B	Parámetro C	Entrada
Mal Producto	0	3	5	Producto
Regular Producto	4	6.5	8.5	Producto
Buen Producto	8	9	10	Producto
Pesimo Trato	0	3	6	Trato
Regular Trato	4.5	6	8	Trato
Buen Trato	7	9	10	Trato

Tabla 1. Parametros de los conjuntos difusos.

Como el sistema difuso utilizado es de tipo sugeno se utilizaron salidas con funciones lineales las cuales fueron definidas de la siguiente manera.

SALIDAS DEL SISTEMA DIFUSO

Nombre	Tipo	Atributos
Baja	Lineal	.2,.3,0
Regular	Lineal	.5,.4,.5
Buena	Lineal	.8,.8,1

Tabla 2. Parámetros de salida para el sistema difuso.

Se utilizaron 9 reglas difusas las cuales se muestran en la tabla 3. Estos parámetros fueron ingresados tanto en la herramienta desarrollada con django, como en el toolbox de lógica difusa de matlab. En la tabla 4 se muestra una comparación de resultados, entre las 2 herramientas antes mencionadas.

REGLAS DEL SISTEMA DIFUSO

Regla
Si trato es Pesimo Trato Y Producto es Mal Producto entonces Satisfacción es Baja
Si trato es Pesimo Trato Y Producto es Regular Producto entonces Satisfacción es Baja
Si trato es Pesimo Trato Y Producto es Buen Producto entonces Satisfacción es Regular
Si trato es Regular Trato Y Producto es Mal Producto entonces Satisfacción es Baja
Si trato es Regular Trato Y Producto es Regular Producto entonces Satisfacción es Regular
Si trato es Regular Trato Y Producto es Buen Producto entonces Satisfacción es Regular
Si trato es Buen Trato Y Producto es Mal Producto entonces Satisfacción es Regular
Si trato es Buen Trato Y Producto es Regular Producto entonces Satisfacción es Buena
Si trato es Buen Trato Y Producto es Buen Producto entonces Satisfacción es Buena

Tabla 3. Reglas difusas para el sistema difuso.

Trato	Producto	Propuesta Resultado	Matlab Resultado
1	1	0.5	0.5
2	2	1	1
3	3	1.5	1.5
4	4	2	2
5	5	3.75	3.75
6	6	5.9	5.9
7	7	6.8	6.8
8	8	13	13
9	9	15.4	15.4

Tabla 4. Comparación de resultados entre Matlab y la Propuesta del sistema difuso.

La otra técnica que se comparó fue las reglas de asociación, esta técnica se comparó con Weka, una herramienta que sirve para hacer minería de datos se creó una base de datos con 10000 datos, los cuales constaban de 8 atributos los cuales son, edad, ocupación, clase social, ingresos, escolaridad, religión, nacionalidad y satisfacción.

Los parámetros utilizados para ejecutar el algoritmo fueron, min support = 0.05 y confidence = 0.7, Los resultados se muestran a continuación:

Propuesta Resultado	Weka resultado
Regla: (clase_social'baja',) ==> (ingresos'<10k'), 1.000	ingresos=<10k ==> clase_social=baja <conf:(1)>
Regla: (ingresos'<10k'), ==> (clase_social'baja'), 1.000	clase_social=baja ==> ingresos=<10k <conf:(1)>
Regla: (clase_social'baja', religion'otra') ==> (ingresos'<10k'), 1.000	edad=adulto ingresos=<10k ==> clase_social=baja <conf:(1)>
Regla: (ingresos '<10k', relegion'otra') ==> (clase_social'baja'), 1.000	edad=adulto clase_social=baja ==> ingresos=<10k <conf:(1)>
Regla: (clase_social'baja', Satisfacción'Media') ==> (ingresos'<10k'), 1.000	ingresos=<10k satisfaccion=Media 877 ==> clase_social=baja 877 <conf:(1)>
Regla: (satisfaccion'Media',ingresos '<10k') ==> (clase_social'baja'), 1.000	clase_social=baja satisfaccion=Media 877 ==> ingresos=<10k 877 <conf:(1)>
Regla: (clase_social'baja', edad'tercera_edad') ==> (ingresos'<10k'), 1.000	ingresos=<10k satisfaccion=Alta ==> clase_social=baja <conf:(1)>
Regla: (ingresos'<10k', edad'tercera_edad') ==> (clase_social'baja'), 1.000	clase_social=baja satisfaccion=Alta ==> ingresos=<10k <conf:(1)>
Regla: (clase_social'baja', satisfaccion'Baja') ==> (ingreso'<10k'), 1.000	edad=joven ingresos=<10k ==> clase_social=baja <conf:(1)>
Regla: (satisfaccion'Baja', ingresos'<10k') ==> (clase_social'baja'), 1.000	edad=joven clase_social=baja ==> ingresos=<10k <conf:(1)>

5 Conclusiones y trabajos futuros

A través de los resultados obtenidos con la propuesta de implementación y después de una comparación con herramientas que están en el mercado, se puede inferir que la propuesta de este artículo es competitiva debido a que los resultados así lo demuestran, además que se pretende que la herramienta pueda llegar a las pequeñas y medianas empresas debido a que los costos del software que se utilizaron para llevar a cabo esta propuesta no tiene costo su licencia y por lo tanto esto la hace accesible para este tipo de empresas.

Agradecimientos. El presente trabajo de investigación fue posible gracias al apoyo brindado por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la empresa Zooluciones, la cual me incluyó en el desarrollo del proyecto y finalmente al Instituto Tecnológico de Apizaco que brindo las facilidades para realizar los estudio de posgrado donde fue planteado el proyecto de investigación

References

- [1] Adnan Aktepe, Süleyman Ersöz, Bilal Toklu, Customer satisfaction and loyalty analysis with classification algorithms and Structural Equation Modeling, *Computers & Industrial Engineering*, Volume 86, August 2015, Pages 95-106, ISSN 0360-8352.
- [2] [Manuel Palomo](#), [Antonio García](#), [Francisco Palomo](#), [Inmaculada Medina](#) “Fomento de la participación del alumnado con herramientas libres de trabajo colaborativo Web 2.0”, *Formacion Universitaria*, 3.4 (Aug. 2010): p25.
- [3] Mahesh Borhade, Preeti Mulay, Online Interactive Data Mining Tool, *Procedia Computer Science*, Volume 50, 2015, Pages 335-340, ISSN 1877-0509.
- [4] Lofti A. Zadeh, King-Sun Fu, Fuzzy sets and their applications to cognitive and decision process, 1975.
- [5] Lofti A. Zadeh, Fuzzy Sets as a basis for a theory of possibility, *Fuzzy Sets and Systems* 1 (1978) pp. 3-28.
- [6] S. Gao, "Fuzzy Comprehensive Evaluation of Customer Satisfaction in Service-Oriented Small and Medium Enterprises," *Management and Service Science (MASS), 2010 International Conference on*, Wuhan, 2010, pp. 1-4.
- [7] E.W.T. Ngai, Li Xiu, D.C.K. Chau, Application of data mining techniques in customer relationship management: A literature review and classification, *Expert Systems with Applications*, Volume 36, Issue 2, Part 2, March 2009, Pages 2592-2602, ISSN 0957-4174.
- [8] Adrián Alfonso Montiel Abad, Edmundo Bonilla Huerta, Roberto Morales Caporal, José Federico Ramírez Cruz, *Desarrollo de una plataforma web que determine la satisfacción de clientes finales, usando herramientas libres y técnicas de minería de datos*, Compendio de Investigación Academia Journals Tlaxcala 2016, ISBN 978-1-939982-21-6.
- [9] Cristian Mihaescu, Naive-Bayes Classification Algorithm, <http://software.ucv.ro/~cmihaescu/ro/teaching/AIR/docs/Lab4-NaiveBayes.pdf>
- [10] Jang, Neuro-Fuzzy and Soft Computing a Computational Approach to Learning and Machine Intelligence.
- [11] <https://www.djangoproject.com/>
- [12] <http://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic/>
- [13] Jianchao Han, "Learning Fuzzy Association Rules and Associative Classification Rules," 2006 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Vancouver, BC, 2006, pp. 1454-1459. doi: 10.1109/FUZZY.2006.1681900.
- [14] T. Delavallade and T. H. Dang, "Using Entropy to Impute Missing Data in a Classification Task," 2007 IEEE International Fuzzy Systems Conference, London, 2007, pp. 1-6. doi: 10.1109/FUZZY.2007.4295430

Minería de Datos Educativa en la Identificación de Factores de Deserción Escolar a Nivel Medio Superior

Josué Figueroa González ¹ y Silvia Beatriz González Brambila ¹

¹ Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, Avenida San Pablo Xalpa 180,
Reynosa Tamaulipas, Azcapotzalco, Ciudad de México, 002200. México
sgb@correo.azc.uam.mx, jfgo@correo.azc.uam.mx

Resumen. El análisis de la información con el objetivo de obtener conocimiento a partir de ella y utilizarlo para la toma adecuada de decisiones, es un campo que ha crecido en los últimos años ya que cada vez son más los sectores en los que la información se analiza buscando patrones de interés. Herramientas como la Minería de Datos ofrecen gran cantidad de algoritmos y métodos que permiten procesar la información para obtener conocimiento a partir de ella. Uno de los entornos en los que se han comenzado a utilizar estas técnicas es el ambiente educativo, uno de los más importantes para cualquier país. Este trabajo presenta la aplicación de la técnica de Árboles de Decisión para generar un modelo que permita identificar los factores que más afectan a los alumnos que abandonan sus estudios de nivel medio superior en México.

Palabras clave: Minería de Datos Educativa, Árboles de Decisión, Obtención del Conocimiento, Deserción Escolar, Técnicas de Clasificación.

1 Introducción

La cantidad de información que se genera en cualquier ámbito ha aumentado considerablemente en los últimos años, con este incremento, se observó también la oportunidad de analizarla para obtener conocimientos que pudieran servir en la toma de decisiones a partir de datos previamente registrados. La Minería de Datos es una serie de técnicas y algoritmos que permiten analizar la información para poder comprenderla de mejor manera, ya sea que se utilice para agrupar datos en base a patrones similares o incluso como una herramienta que permita predecir ciertos comportamientos tomando como base datos históricos.

Procesos como el Descubrimiento de Conocimiento en Bases de Datos (KDD por sus siglas en inglés, *Knowledge Discover in Database*) [1] ofrecen una manera formal de aplicar diversas técnicas, incluyendo la Minería de Datos, con el objetivo de obtener conocimiento a partir de datos. Éste tipo de procesos se ha venido aplicando a sectores como el bancario o el comercial con el fin de agrupar o hasta predecir el

comportamiento de futuros clientes en base a la información de aquellos a los que se les ha dado seguimiento.

Recientemente, éstas técnicas y procesos han comenzado a aplicarse en el entorno educativo dando origen a un enfoque conocido como Minería de Datos Educativa [2], el cual se enfoca en obtener información a partir de distintos datos relacionados con el ámbito educativo.

Dentro de un entorno educativo, uno de los factores que tienen un mayor impacto negativo, no solo en dicho sector, sino incluso a nivel social, es el de la deserción escolar. México es un país con un gran problema de deserción escolar, ya que de acuerdo a estudios realizados por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), México es uno de los países con mayor índice de deserción escolar a nivel medio superior, conocido como bachillerato o preparatoria, sin que se tenga una idea clara acerca de los factores que hacen que un estudiante deba abandonar la escuela.

El principal objetivo del presente trabajo es aplicar técnicas de Minería de Datos, específicamente los Árboles de Decisión, a datos recopilados bajo un entorno educativo para generar modelos que permitan identificar los factores que pueden provocar que un estudiante de nivel medio superior tenga que abandonar sus estudios.

2 Estado del Arte

El uso de técnicas de Minería de Datos en un entorno educativo ha venido tomando fuerza en los últimos años. La Minería de Datos Educativa se ha venido utilizando con diversos objetivos.

En [3] se plantea un procedimiento para generar modelos que permitan predecir el desempeño de estudiantes en un curso considerando los criterios como la asistencia, trabajo en laboratorio y calificaciones de cursos anteriores. En [4] se realiza una comparación de diversos algoritmos de clasificación para determinar la eficiencia de cada uno de ellos tras aplicarlos al problema de deserción de los estudios en línea de un grupo de alumnos. Se consideran aspectos académicos y personales para generar un modelo que permita predecir si abandonarán o no sus estudios. En [5] se genera un modelo utilizando Árboles de Decisión. Se busca predecir el desempeño escolar de los alumnos en base a características tanto académicas como personales.

En [6] se generan una serie de reglas utilizando Árboles de Decisión para predecir el comportamiento de los alumnos en un curso considerando información de estudiantes que previamente estuvieron inscritos en la materia. Se enfoca en analizar características académicas de los alumnos y el desempeño en diversos elementos de la materia, por ejemplo asistencia, participación, realización de tareas entre otras.

3 Árboles de Decisión

Dentro de las técnicas de Minería de Datos que existen, aquellas que más se han utilizado dentro de la Minería de Datos Educacional, son las técnicas de clasificación como Árboles de Decisión, Redes Neuronales, Clasificadores Bayesianos (*Naïve Bayes*) o la técnica de los vecinos más cercanos (*K-Nearest Neighbor*). En este trabajo se utilizaron los Árboles de Decisión, por lo que se plantea un panorama general de su funcionamiento.

Los Árboles de Decisión son uno de los modelos predictivos más utilizados en la Minería de Datos, en donde también pueden usarse como herramientas de clasificación, por lo que se llegan a conocer como Árboles de Clasificación. En un Árbol de Decisión, las hojas representan una decisión o clasificación y las ramas representan un conjunto de características que llevan a esa decisión en particular, al ser un árbol, se tiene un nodo raíz, el cual se considera como el mejor predictor, es decir, el factor que más afecta al momento de realizar una clasificación.

El objetivo de los Árboles de Decisión en la Minería de Datos es generar un modelo que prediga el valor de una variable destino (una decisión) en base a la información de diferentes variables de entrada, el árbol recorre un camino desde la raíz hasta la hoja que contiene la información que representa la decisión a tomar.

La construcción de un Árbol de Decisión es de arriba hacia abajo (enfoque *top-down*), lo que involucra la creación de particiones de datos en subconjuntos que contienen instancias con valores simultáneos. El principal problema al momento de la creación, es decidir qué atributo será el nodo raíz y el orden de los otros nodos. Para esto es necesario encontrar la propiedad que separe de mejor manera el objetivo destino en un conjunto de hijos más puro, es decir, aquellos que no contienen una mezcla de valores objetivos.

La medida de pureza de un nodo se conoce como información y representa la cantidad esperada de información que será necesaria para especificar si una nueva instancia, es decir el elemento a clasificar, será de una determinada clase o atributo objetivo. Existe también el concepto de impureza, conocido como Entropía, la cual se define de la siguiente manera:

$$H(x) = - \sum_{i=1}^k P(C_i | D) \log_k (P(C_i | D)) \quad (2)$$

En donde:

$$P(C_i|D) = \frac{\text{cantidad de observaciones en D con valor } C_i}{\text{total de observaciones en D}} \quad (2)$$

Para obtener el atributo que realiza una mejor clasificación, se utiliza, junto a la Entropía el concepto de Ganancia de Información, el cual está basado en la disminución de la Entropía después de que un conjunto de datos ha sido dividido en atributos. La Ganancia de Información se define de la siguiente manera [3]:

$$G(S, A) = Entropía(S) - \sum_{v \in \text{Valores}(A)} \frac{S_v}{S} Entropía(S_v) \quad (3)$$

En donde $\text{Valores}(A)$ representa el conjunto de todos los posibles valores de la propiedad o atributo A y S_v es el sub conjunto de S para el que el atributo A tiene un valor v . Lo que se calcula es la Entropía de la colección de datos S menos el valor esperado de la Entropía una vez que S ha sido particionado usando el atributo A . Esto se repite para todos los atributos y aquel con una ganancia mayor será elegido como nodo.

El proceso de selección se repite para cada nodo terminal, excluyendo aquellos atributos que ya hayan sido asignados a un nodo en la parte superior de la rama que se está generando, de tal manera que un atributo solo puede aparecer a lo más una vez en el camino desde la raíz hasta una de las hojas o clases. Diversos algoritmos para generación de Árboles de Decisión [7], utilizan los conceptos de Entropía y Ganancia de Información para la creación de sus modelos y reglas de decisiones.

3 Obtención del Conocimiento

Considerando las etapas que forman el proceso KDD: selección de información, limpieza, aplicación de Minería de Datos e interpretación [1], se realizó un análisis de la información obtenida a través de la Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media Superior a través de la Sub Secretaría de Educación Media Superior [8] realizada a 13,014 estudiantes de los cuáles, 2,549 no finalizaron sus estudios de nivel medio superior y 5,686 si lo hicieron. No se analizaron 4,779 estudiantes que ni siquiera comenzaron sus estudios en este nivel.

Se buscó utilizar solo aquellas preguntas que fueran comunes para alumnos que habían concluido o no sus estudios.

Una vez seleccionada la información, se procedió a realizar el proceso de limpieza y preparación, conocido como *Data cooking*, el cuál prepara la información para poder ser analizada de mejor manera con técnicas de minerías de datos. En este proceso, lo

primero que se hizo fue crear ciertas escalas para agrupar valores y convertirlos de valores continuos a discretos. También se cambió la representación de varios parámetros para facilitar tanto el procesamiento, como el análisis de los resultados.

Otro proceso que se hizo fue la reducción de datos, ya que había ciertas preguntas a las que solo había respondido un grupo reducido de alumnos; específicamente se relacionaban con aspectos laborales, ya que incluían criterios como: sueldo, jornada laboral, tiempo de dedicación de estudios y trabajo; información que solo tenían los alumnos que habían trabajado durante un cierto tiempo en sus estudios. La cantidad de alumnos que habían trabajado era de 2,073, una cantidad considerable, por lo que se decidió eliminar esos factores en vez de los datos dejando solo como criterio si el alumno había trabajado o no. Se eliminaron también, algunos alumnos a los que les faltaban varios criterios quedando finalmente 7,718 muestras con sus datos completos para ser analizados. También se eliminaron factores como el puntaje de examen de admisión, ya que gran cantidad de alumnos no lo recordaban, de la misma manera, no se consideró el género del estudiante para el análisis, algunos de los criterios más representativos se muestran en la Tabla 1.

Criterio	Categorías	Incluye los casos
Edad de ingreso	NORMAL ATRASO	14 – 16 años Más de 16 años
Promedio de Secundaria	ALTO MEDIO BAJO	Más de 8.7 De 7.6 – 8.7 Menos de 7.5
Promedio de Asistencia a Clases	ALTO MEDIO BAJO	Siempre o casi siempre En ocasiones faltaba Faltaba mucho a clases
Promedio de Último Año	BAJO MEDIO ALTO	6 – 7.5 7.5 – 8.5 8.5 – 10
Índice de Aprobación de Materias	ALTO MEDIO BAJO	Siempre aprobaba En ocasiones reprobaba Casi siempre reprobaba
Beca	SI NO	
Trabajo	SI NO	Si el alumno trabajó o no durante sus estudios
Importancia del trabajo sobre	SI	Se consideraba más

Criterio	Categorías	Incluye los casos
los estudios	NO	importante el trabajar que estudiar
Amigos abandonaron la escuela	SI NO	
Hermanos abandonaron la escuela	SI NO	
Consumo de alcohol	ALTO MEDIO BAJO NO	
Consumo de drogas	ALTO MEDIO BAJO NO	Incluye cualquier tipo de droga
Problemas de acoso escolar	SI NO	Incluye acoso escolar y discriminación
Familia propia	MATRIMONIO EMBARAZO AMBOS NINGUNO	
Falta de dinero en casa	SI NO	
Baja autoestima	SI NO	
Enfermedad grave o fallecimiento de un familiar	SI NO	
Poco gusto por estudios	SI NO	Incluye problemas de disciplina y considerar poco importante al estudio
Estudio de otros familiares	SI NO	Considera el caso en donde se le dio prioridad al estudio de otros familiares
Padres finalizaron nivel medio superior	PADRE MADRE AMBOS NINGUNO	

Tabla 3. Criterios para la generación del modelo de deserción escolar

Ya con la información procesada, se realizó la generación del Árbol de Decisión utilizando el software R el cual tiene varios algoritmos ya implementados para este fin, en particular se utilizó el algoritmo CART [9]. Se utilizaron dos grupos de datos, uno para la generación del modelo o entrenamiento y otro para la validación de los resultados; la proporción utilizada fue de 80% (6,174 muestras) para entrenamiento y 20% (1,544 muestras) para validación.

4 Resultados

El modelo obtenido a partir del procesamiento de información, se muestra en la Figura 1.

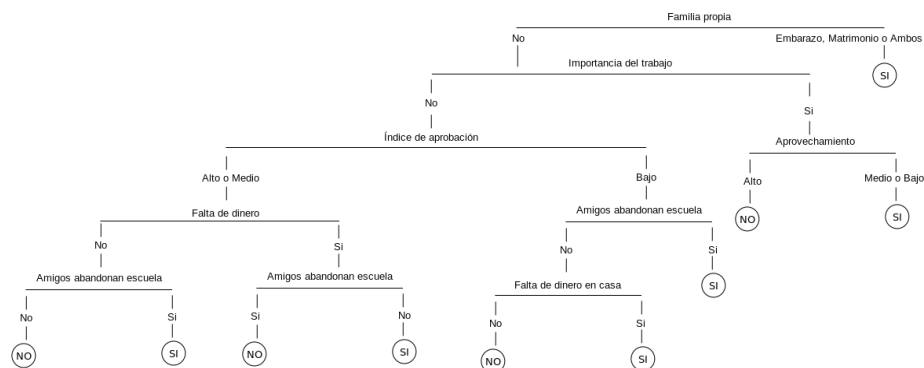


Fig. 1. Árbol de decisión sobre factores de deserción escolar.

Como se observa, el nodo raíz corresponde al factor de tener una familia propia, lo que implica que es el factor más importante para que un alumno abandone sus estudios. En este caso, si se presenta un embarazo, un matrimonio o ambos, lleva directamente a una hoja o nodo de decisión con un valor de "SI", lo que significa que muy posiblemente un estudiante en ese caso abandonará la escuela. También se observan otros factores como la importancia del trabajo o la falta de dinero, lo que habla acerca de factores económicos como una causa importante para que los alumnos tengan que abandonar sus estudios.

Si un criterio no aparece en el modelo generado, significa que no representa un factor a considerar para que los alumnos abandonen sus estudios.

De esta forma, se pueden generar las reglas que sirvan como modelo clasificador para nuevos datos. Estas reglas se muestran en la Tabla 2.

SI familia propia = “Embarazo”, “Matrimonio” O “Ambos”, ENTONCES

abandono = SI
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “SI” Y aprovechamiento = “Medio” O “Bajo”, ENTONCES abandono = “SI”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “SI” Y aprovechamiento = “Alto”, ENTONCES abandono = “NO”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “NO” Y índice de aprobación = “Bajo” Y amigos abandonan escuela = “SI”, ENTONCES abandono = “SI”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “NO” Y índice de aprobación = “Bajo” Y Amigos abandonan escuela = “NO” Y falta dinero en casa = “SI”, ENTONCES Abandono = “SI”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “NO” Y índice de aprobación = “Bajo” Y amigos abandonan escuela = “NO” Y falta dinero en casa = “NO”, ENTONCES abandono = “NO”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “NO” Y índice de aprobación = “Alto o Medio” Y falta dinero = “SI” Y amigos abandonan escuela = “NO”, ENTONCES abandono = “SI”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “NO” Y índice de aprobación = “Alto o Medio” Y falta dinero = “SI” Y amigos abandonan escuela = “SI”, ENTONCES abandono = “NO”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “NO” Y índice de aprobación = “Alto o Medio” Y falta dinero = “NO” Y amigos abandonan escuela = “SI”, ENTONCES abandono = “SI”
SI familia propia = “No” Y importancia del trabajo = “NO” Y índice de aprobación = “Alto o Medio” Y falta dinero = “NO” Y amigos abandonan escuela = “NO”, ENTONCES abandono = “NO”

Tabla 2. Reglas para futuras clasificaciones

La validación del modelo consiste en verificar si los datos que son utilizados para prueba corresponden a la clase indicada, es decir, un dato clasificado como “SI” en el valor objetivo, deberá haber sido clasificado como “SI” por el modelo; de manera similar sucedería con un dato clasificado como “NO”. Los resultados arrojados por el proceso de validación mostraron un porcentaje de 84.97% de datos clasificados de manera correcta, lo que se considera un valor aceptable. La comparativa de los datos de prueba se muestra en la Tabla 3.

	NO	SI
NO	1022	109
SI	123	290

Tabla 3. Criterios para la generación del modelo de deserción escolar

De los datos de prueba que pertenecían a la clase “NO” (1,131 totales), se observó que 1,022 fueron clasificados de manera correcta, es decir, asignados a “NO” y 109 fueron asignados a “SI” para un porcentaje de 90.36% de clasificaciones correctas.

De los datos que estaban clasificados como “SI” (413 totales), 123 fueron clasificados de manera incorrecta como “NO” y 290 se clasificaron de manera adecuada para un porcentaje de 70.21% de clasificaciones correctas. Esta diferencia puede deberse a que había mucho más datos clasificados como “NO”, por lo que se pueden procesar más combinaciones entre todos los factores y obtener mejores resultados. De cualquier manera se considera que el modelo es adecuado ya que tiene un porcentaje elevado de clasificaciones correctas.

5 Conclusiones y Trabajos Futuros

El objetivo principal de este trabajo era aplicar la técnica de Árboles de Decisión para generar un modelo que permitiera identificar y en su momento predecir el comportamiento de los estudiantes respecto a los factores que causan deserción escolar a nivel Medio Superior en México. El modelo obtenido arroja resultados adecuados ya que un elevado porcentaje de sus clasificaciones son correctas.

Durante el desarrollo del proyecto, se observó que el tratamiento y preparación de la información es un paso fundamental en el que se debe tener conocimiento acerca del campo que se está investigando para obtener resultados adecuados.

Los Árboles de Decisión son una herramienta muy útil en la Minería de Datos Educacional, al igual que podrían serlo otros clasificadores disponibles en la Minería de Datos. El aplicar estas técnicas a un entorno que produce tanta información como el educativo abre un campo de investigación muy grande sobre uno de los principales aspectos en los que trabaja cualquier país.

El modelo generado permitirá poder identificar los factores clave para la deserción y por lo tanto dar seguimiento a ciertos grupos de estudiantes que pudieran estar en riesgo de abandonar sus estudios y en otro ámbito, generar las políticas y medidas necesarias para reducir estos riesgos.

Como trabajos futuros se plantean algunas variantes del trabajo presentado, por ejemplo: realizar un análisis por género para determinar si hombres y mujeres comparten los mismos factores, lo mismo sucede con un análisis por condición socio económica. Este tipo de análisis puede aplicarse a otros aspectos educativos además de la deserción, por ejemplo: rendimiento escolar, obtención de calificaciones o incluso orientación vocacional.

Referencias

- [1] U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro y P. Smyth. The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data. Communications of the ACM 39(11), pp. 27-34, 1996

- [2] N. Rajadhyax, y R. Shirwaikar. Data Mining on Educational Domain. International Journal of Advanced Studies in Computers, Science and Engineering, 1(1), pp. 1-6, 2012
- [3] B. Baradwaj, y S. Pal, S. Mining educational data to analyze students' performance. International Journal of Advanced Studies in Computers, Science and Engineering, 2(6), pp. 63-69, 2011
- [4] B. Kotsiantis, J. Pierrakeas y E. Pintelas. Preventing Student Dropout in Distance Learning Using Machine Learning Techniques. Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, pp. 267-274, Springer Berlin Heidelberg, 2003
- [5] A. Al-Radaideh, M. Al-Shawakfa y M. Al-Najjar. Mining Student Data Using Decision Trees. The International Arab Conference on Information Technology, pp. 1-5, 2006.
- [6] A. Ahmed y S. Elaraby. Data Mining: A prediction for Student's Performance Using Classification Method. World Journal of Computer Application and Technology, 2(2), pp. 43-47, 2014
- [7] T. M. Mitchell, *Machine Learning*. McGraw Hill, 1997
- Thomas, E. H., & Galambos, N. (2004). What satisfies students? Mining student-opinion data with regression and decision tree analysis. *Research in Higher Education*, 45(3), 251-269.
- [8] Subsecretaría de Educación Media Superior. Encuesta Nacional de Deserción en la Educación, http://www.sems.gob.mx/sems/encuesta_nacional_desercion_ems, 2016
- [9] U. Fayyad. The attribute selection problem in decision tree generation. *AAAI*, pp. 104-110, 1992

XIII. Sistemas de Información

Procesamiento de consultas en Bases de Datos Distribuidas en la enseñanza

María Dolores Vargas-Cerdán , Verónica Elizabeth Orozco-Ríos y José Rafael Rojano-Cáceres

Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática. Xalapa, Veracruz, México.

dvargas@uv.mx, voroazco@uv.mx , rojano@uv.mx

Resumen. El procesamiento de consultas es un tema de gran importancia en el campo de las Bases de Datos pero, en las Bases de Datos Distribuidas cobra aun un mayor interés ya que además se requiere de la transmisión de datos entre computadoras a través de una red. El principal problema radica en que una consulta normalmente se descompone en subconsultas que requieren realizar operaciones en diferentes sitios comúnmente separadas geográficamente; es por esto que el procesamiento de consultas es un factor muy importante que impacta en la ejecución del sistema de Bases de Datos Distribuida y su costo. En el curso de Bases de Datos Avanzadas que se imparte en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana se aborda esta temática, y el objetivo de este trabajo es exponer la estrategia que se sigue para que los estudiantes adquieran la habilidad de la optimización de consultas.

Palabras Clave: Bases de Datos Distribuidas, Árboles de Consulta, Procesamiento de Consultas.

1 Introducción

Los sistemas de Bases de Datos Distribuidas son un área muy importante de los Sistemas de Procesamiento de Información. En la actualidad, la mayoría de las organizaciones son descentralizadas por lo que requieren sus bases de datos se distribuyan geográficamente en múltiples sitios, ya sea que pertenezcan a una sola organización o a varias organizaciones que interactúen entre sí. Unas de las principales razones para trabajar con bases de datos distribuidas según Kossmann [1] son el costo y la escalabilidad, la integración de diferentes módulos de software, la integración de sistemas heredados, nuevas aplicaciones, requerimientos del mercado, entre otros.

En el curso de Bases de Datos Avanzadas, que se imparte en la Facultad de Estadística e Informática se estudian el tema de Bases de Datos Distribuida, el cuál abarca el procesamiento de consultas tema que resulta fundamental inclusive como antecedente a los temas de Bases de Datos Móviles y Bases de Datos en la Nube que incluye el curso.

El procesamiento de consultas es más complejo y difícil en un ambiente distribuido que en un ambiente centralizado; el procesamiento distribuido realiza operaciones en varios CPU's para lograr obtener el resultado de una consulta.

El propósito de este artículo es proporcionar un panorama de cómo es que se estudia del procesamiento de consultas en los Sistemas de Bases de Datos Distribuidas que se enseña en el curso de Bases de Datos Avanzadas que se imparte en la Universidad Veracruzana. Este artículo se encuentra distribuido en cinco secciones, en la siguiente sección dos se presenta una panorama de las Bases de Datos Distribuidas, en el apartado tres se describe el procesamiento de consultas en donde se aborda el tema de la optimización de consultas, en el apartado cuatro se presenta un ejemplo del proceso de optimización de una consulta y por último se presentan las conclusiones.

2. Panorama

Una definición típica de Bases de Datos Distribuidas, de acuerdo con Ceri y Pelagatti [2] nos dice que es una colección de datos que pertenecen de manera lógica al mismo sistema pero que están esparcidas en diferentes sitios en una red de computadoras. Esta definición enfatiza dos aspectos igualmente importantes de una base de datos distribuida: 1. Distribución, por ejemplo, el hecho de que los datos no residen en el mismo sitio (procesador); 2. Correlación Lógica, el hecho de que los datos tienen algunas propiedades que los mantienen juntos, por lo que podemos distinguir una base de datos distribuida de un conjunto de bases de datos locales o archivos que residen en diferentes lugares de una red de computadoras.

Las bases de datos distribuidas, desde los años 70's, han despertado gran interés en especial para las organizaciones muy grandes que tenían su información en diferentes oficinas o subsidiarias en diferentes sitios [1]. Los primeros esfuerzos por construir bases de datos distribuidas fracasaron en parte debido a que la tecnología de comunicación no era, en aquel entonces, lo suficientemente estable como para transportar de manera segura la cantidad de datos requeridos por estos sistemas, otros autores opinaron que se debía a que las organizaciones preferían enviar la información de manera física en sus organizaciones. En la actualidad la situación es muy diferente, los avances tecnológicos han hecho posible el procesamiento distribuido, además que los negocios han evolucionado lo que ha orillado a que los sistemas distribuidos sean su única opción. Diversos autores han hecho hincapié en las razones por las que las Bases de Datos distribuidas son la mejor opción [3][2]: Costo y escalabilidad, Integración de diferentes módulos de software, integración de sistemas originales, nuevas aplicaciones, por atender a las necesidades del mercado.

3. Procesamiento de consultas

3.1 Descomposición de consultas

El papel de un procesador de consultas distribuidas es mapear una consulta de alto nivel en una base de datos distribuida en una secuencia de operadores de bases de datos en fragmentos relacionados. La función más importante de un procesador de consultas relacionales es transformar una consulta de alto nivel en su equivalente consulta de

bajo nivel, la transformación debe ser correcta y eficiente. El resultado debe contar con la misma semántica que la consulta original, es decir, ambas consultas deben lograr los mismos resultados, la mayor dificultad es seleccionar la estrategia de ejecución que minimice el consumo de recursos [2]. Podemos interpretar una expresión de álgebra relacional no sólo como la especificación de la semántica de una consulta sino también como la especificación de una secuencia de operaciones, de aquí que dos expresiones con la misma semántica pueden presentar dos secuencias de operaciones diferentes.

Por lo regular, una consulta tiene varias estrategias de ejecución, el elegir la más adecuada es conocida como optimización de consultas, la cual tiene la finalidad de minimizar el tiempo de respuesta y el costo total de comunicación asociado a la consulta [4]. El árbol operador de consultas es una herramienta que permite facilitar la optimización de consultas.

3.1.1 Árbol Operador de Consultas

Con la finalidad de tener una representación más práctica de las consultas, en las cuales la manipulación de sus expresiones sean más fáciles de seguir, se introducen los árboles operadores. Las hojas del árbol son las relaciones globales, cada nodo representa una operación unaria o binaria. Un árbol define un orden parcial en el cual las operaciones se deben aplicar con el fin de producir el resultado de la consulta. [3]. El árbol operador de una expresión del álgebra relacional se puede considerar el árbol de análisis de la expresión misma, para generar este se debe considerar una gramática, por ejemplo a) *Operación_Unaria* $\rightarrow$ SL_F | PJ_A ; b) *Operación_Binaria* $\rightarrow$ CP | UN | DF | JN_F | SJ_F

Las expresiones equivalentes pueden contribuir a simplificar las consultas; se dice que dos relaciones que son equivalentes cuando sus tuplas representan el mismo mapeo desde los nombres de atributos hasta los valores, aun cuando el orden de los atributos sea diferente. Para la obtención de expresiones equivalentes se pueden aplicar ciertas propiedades, por ejemplo: a) Propiedad Conmutativa de operadores unarios: $U_1 U_2 R \leftrightarrow U_2 U_1 R$; b) Propiedad Conmutativa de operaciones binarias. $R B S \leftrightarrow S B R$; c) Propiedad Asociativa de operaciones binarias: $R B (S B T) \leftrightarrow (R B S) B T$, etc.

El objetivo del procesamiento de una consulta distribuida es ejecutar las consultas de manera eficiente, con la finalidad de minimizar el tiempo de respuesta y el costo total de comunicación asociado a la consulta. [4].

3.2 Localización de datos

Este apartado se describe cómo es que una consulta sobre una relación global, ahora por tratarse de una base de datos distribuida, se representa sobre los fragmentos físicos, haciendo uso de la información que se encuentra en el esquema de fragmentación, en este caso, dada una expresión en álgebra relacional basada en el esquema global ahora se obtiene su expresión en canónica substituyendo los nombres de sus relaciones

globales en expresiones algebraicas que dan como resultado la reconstrucción de la relación global a partir de sus fragmentos. Ahora las hojas del árbol operador de la expresión canónica son los fragmentos en lugar de las relaciones globales. Es claro que una expresión canónica no es la mejor solución, a esta expresión se le pueden aplicar transformaciones de equivalencia, criterios heurísticos con la finalidad de obtener expresiones más simples. Algunos de los criterios con los que se cuenta son 1) Usar idempotencia de selección y proyección para generar selecciones y proyecciones apropiadas para cada operador relacional; 2) Empujar selecciones y proyecciones tan abajo del árbol como sea posible, etc.

Los operadores binarios, y en especial las uniones, son los operadores más costosos de los sistemas de bases de datos y por lo tanto es conveniente reducir el tamaño de los operandos de las operaciones binarias antes de ejecutarlas; la transmisión de datos es uno de los componentes de mayor impacto en cuanto al costo y retraso asociado a la ejecución de consultas. Por lo tanto reducir el tamaño de los operandos de las operaciones binarias es una de las preocupaciones más grandes.

3. 3 Optimización de consultas globales.

Respecto al procesamiento de consultas, los usuarios normalmente especifican los datos que requieren sin tomar en cuenta el procedimiento necesario para recuperar los datos [5], por esta razón es tan importante en el procesamiento de consultas la optimización de estas, de otro modo no tendría ninguna ventaja utilizarlas.

Tal como [4] lo menciona, el criterio para medir el costo de una consulta para una base de datos centralizada es el número de accesos a disco y para una base de datos distribuida, además del costo de la transmisión de datos en la red y la ganancia potencial de la ejecución ya que al tener varios sitios el procesamiento de los fragmentos de una consulta se realizan en paralelo. Los mayores costos del procesamiento de consultas en una base de datos son: El costo de comunicación; si hay varias imágenes de un fragmento se debe decidir cuál imagen utilizar, la cantidad de datos que se van a enviar, la velocidad de procesamiento relativo en cada sitio y la elección del sitio. El costo abarca diversos aspectos: la suma de todas las ocasiones en que se procesaron los operadores de una consulta en varios sitios y la comunicación entre los sitios, otra buena medición es el tiempo de respuesta de una consulta, el cuál es el tiempo transcurrido durante la ejecución de una consulta[6]. En un sistema de base de datos distribuida el costo a ser disminuido incluye CPU, entradas y salidas y costos de comunicación.

4. Aplicación

Como se ha mostrado en los apartados anteriores, la optimización de consultas es un tema muy importante en las Bases de Datos Distribuidas, a los estudiantes se les debe recalcar la importancia que tiene el reducir los costos de las consultas distribuidas en

todos los aspectos que se han mencionado. El proceso que se sigue durante el curso se puede observar en la figura 4, que representa una parte de la arquitectura de una base de datos distribuida tomando como base la arquitectura que proponen Ceri y Pelagatti [3].

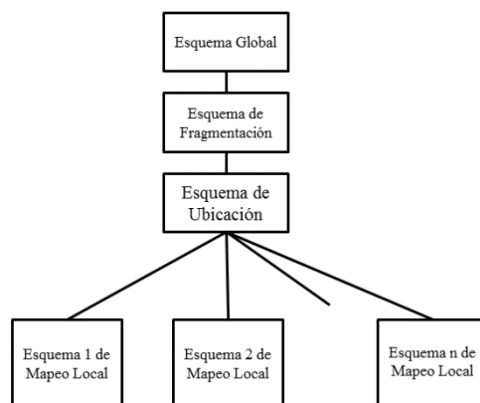


Figura 4. Primeras fases de la Arquitectura de una Base de Datos Distribuida

4.1 Esquema global

En primer lugar, el estudiante diseña su base de datos global, es decir, diseña como si fuera a elaborar una base de datos centralizada. El enunciado del ejemplo que se empleará en este artículo es: *Se desea controlar las obras de arte que aparecen en los museos, así como las exposiciones que se presentan, para ello se requiere conocer las obras de arte, autores, estilos artísticos, fechas de exposición, si pertenecen a una colección privada o son propiedad de algún museo. Se requiere ahora que la información del museo ahora se manejará en 3 sedes: Madrid, Valencia y Navarra.* El esquema global se muestra en la figura 5.

4.2 Esquema de fragmentación

Una vez que el estudiante analiza el problema se encarga de diseñar el esquema de fragmentación, tal como se muestra en la figura 6.

Obra	(ID_Obra, FechaR, Titulo_Obra, ID_Coleccion, ID_Estilo, ID_Autor)
Autor	(ID_Autor, Nombre, ApellidoPaterno, ApellidoMaterno, Año_Nac, Nacionalidad, ID_Estilo)
Posee	(ID_Autor, ID_Estilo, FechaInicio, FechaFin)
Estilo	(ID_Estilo, Nombre_Estilo, Inicio_Estilo, Tipo_Estilo, Fin_Estilo, Precursor)
Colección_Privada	(ID_Colección, FechaAdquisición)
Datos_adquisición	(ID_Colección, NombreColección, Calle, Colonia, Ciudad, Número, Teléfono)
Datos_Museo	(ID_Colección, NombreColección, Calle, Colonia, Ciudad, Número, Teléfono)
Exposición	(ID_Exposición, NombreExposición, , Folio, ID_Sala)
Itinerario	(Folio, Actividades, Recorrido, FechaInicio, FechaFin)
Salas	(ID_Sala, Piso, ID_ID_Colección)

Figura 5. Esquema Global de la Base de Datos Museos

Autor	(ID_Autor, Nombre, ApellidoPaterno, ApellidoMaterno, Año_Nac, Nacionalidad, ID_Estilo)
Posee	(ID_Autor, ID_Estilo, FechaInicio, FechaFin)
Estilo	(ID_Estilo, Nombre_Estilo, Inicio_Estilo, Tipo_Estilo, Fin_Estilo, Precursor)
DatosObra	PJ ID_Obra, FechaR, Titulo_Obra, ID_Estilo, ID_Autor Obra
TipoColeccion	Obra PJ ID_Obra, ID_Colección Obra
MadridM	SL Ciudad='Madrid' Datos_Museo
ValenciaM	SL Ciudad='Valencia' Datos_Museo
NavarraM	SL Ciudad='Navarra' Datos_Museo
SalaM	Salas SJ ID_Museo=IDMuseo MadridM
SalaV	Salas SJ ID_Museo=IDMuseo ValenciaM
SalaN	Salas SJ ID_Museo=IDMuseo NavarraM
ExpMadrid	Exposición SJ ID_Sala=ID_Sala SalaM
ExpValencia	Exposición SJ ID_Sala=ID_Sala SalaV
ExpNavarra	Exposición SJ ID_Sala=ID_Sala SalaN
ItiMadrid	Itinerario SJ Folio=Folio ExpMadrid
ItiValencia	Itinerario SJ Folio=Folio ExpValencia
ItiNavarra	Itinerario SJ Folio=Folio ExpNavarra
Datos_adquisición	(ID_Colección, NombreColección, Calle, Colonia, Ciudad, Número, Teléfono)
ColecciónPrivada	(ID_Colección, FechaAdquisición)

Figura 6. Esquema de Fragmentación de la Base de Datos Museos

4.3 Esquema de asignación

El esquema de asignación representa la ubicación en donde se colocarán los fragmentos tomando en cuenta la intensidad de las consultas globales requeridas en cada sitio así como el requerimiento de información para estas. El esquema de asignación para el ejemplo se muestra en la figura 7.

Madrid	Valencia	Navarra
Autor		TipoColecciónObra
Estilo		NavarraM
Posee	ValenciaM	SalasN
DatosObra	SalasV	ExpNavarra
MadridM	ExpValencia	ItiNavarra
SalasM	ItiValencia	Datos_Adquisición
ExpMadrid		ColecciónPrivada
ItiMadrid		

Figura 7. Esquema de Asignación de la Base de Datos

4.4 Consultas

En este apartado se presenta cómo es que se optimizan las consultas, en primer lugar se obtiene la expresión en Álgebra Relacional y posteriormente se convierte en el árbol de consulta para proceder a su optimización.

Consulta: *Lista los nombres de las obras que pertenecen a coleccionistas privados.*

Consulta en Álgebra Relacional:

PJ Título_Obra (Obra JN ID_Colección=ID_Colección ColecciónPrivada)

En la figura 8(a) se muestra el **árbol de consulta** resultante de la expresión de Álgebra Relacional y las figuras 8(b) y 8(c) representan la optimización del árbol de consulta aplicando los criterios necesarios.

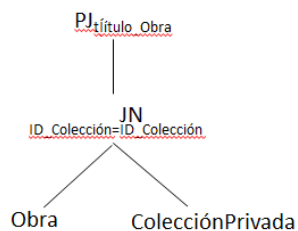


Figura 8(a). Árbol de Consulta

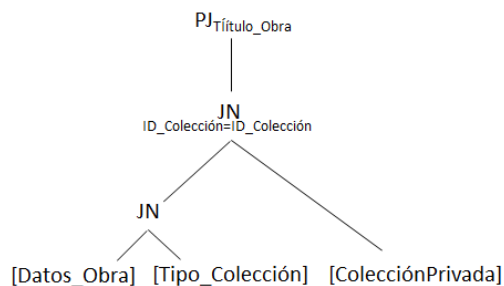


Figura 8(b). Árbol Canónico

A partir del árbol de consulta resultante que se muestra en la figura 8(c) se traduce a su expresión en Álgebra relacional:

PJ Título_Obra ((PJ Título_Obra Datos_Obra UN PJ ID_Colección SL ID_Colección>2500 Tipo_Colección) JN ID_Colección=ID_Colección (PJ ID_Colección ColecciónPrivada))

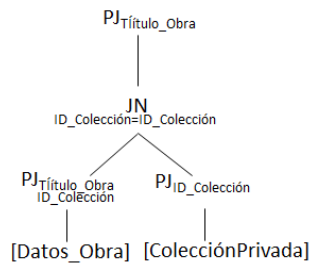


Figura 8(c). Árbol Resultante Optimizado

Y finalmente, dando respuesta a la consulta se obtiene la expresión en SQL.

```
Select Titulo_Obra from Datos_Obra@BetI inner join TipoColección on
datos_obra.id_obra@BetI=tipocolección.id_obra where tipocolección.ID_Colección>=2500;
```

Conclusiones

Se han presentado las etapas que se sigue para la enseñanza del tema *procesamiento de consultas distribuidas* en el curso de Bases de Datos Avanzadas que se imparte en la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, este tema no es trivial, y esta forma de abordar esta temática ha dado buenos resultados ya que se ha observado que a los estudiantes les cuesta trabajo conceptualizar una base de datos distribuida, lo primero que imaginan es que los fragmentos ubicados en los sitios son una imagen de la Base de Datos Global, pero al abordar el procesamiento de consultas distribuidas se les aclaran muchas de sus dudas. Como trabajo futuro aplicaremos de manera formal la evaluación de este proceso para validar lo que hemos observado en clase.

Referencias

- [1] Donald Kossmann, The state of the art in distributed query processing, ACM Computing Surveys (CSUR), v.32 n.4, p.422-469, Dec. 2000
- [2] CERI, S. AND PELAGATTI, G. 1984. Distributed Databases—Principles and Systems. McGraw-Hill Inc., New York, San Francisco, Washington, D.C.
- [3] OZSU, T. AND VALDURIEZ, P. 1999. Principles of Distributed Database Systems (second ed.). Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [4] Abhijeet Raipurkar, G.R. Bamnote "Query processing in distributed Database Through Data distribution" IJARCC 2013
- [5] R. Epstein, M. Stonebraker and E. Wong, "Distributed query processing in a relational data base system," in Proc. ACM 1978 SIGMOID Conf., Austine, TX, June 1978, pp. 169-180.
- [6] Yan T, Iacobson M, Garcia-Mo Lina H, et al, Introduction of Query optimization of distributed database. Paris, FR: WAM Press, 1999

Sistema de reconocimiento automático del color de objetos con indicación verbal de resultado

Área de conocimiento: Sistemas Digitales

Ismael Díaz Rangel* y María del Consuelo Escoto Ponce de León*

* Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Ecatepec
Av. José Revueltas 17, Col. Tierra Blanca C.P. 55020 Ecatepec de Morelos
ismael1099@hotmail.com, consuelo_escoto@hotmail.com

Resumen. La Discapacidad Visual (DV) implica una deficiencia del sistema de la visión, cuando se habla de ceguera o baja visión, se hace referencia a condiciones caracterizadas por una limitación total o muy seria de la función visual; es decir, no ve o tiene muy ligera percepción de luz [1]. Identificar colores tiene cierta importancia; por ejemplo, para algunas personas combinar los colores de la ropa de acuerdo a sus gustos es algo significativo; lo cual no excluye a los que padecen DV. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema electrónico de muy bajo costo que sea capaz de identificar el color de un objeto, y dar un mensaje de voz indicando el resultado. Dado que existen potencialmente infinitud de colores, se sugiere una paleta de colores acotada, y mediante una técnica de inteligencia artificial, definir al color del objeto como el más parecido a uno de los preestablecidos.

Palabras clave: Discapacidad Visual, Modelo RGB, Reconocimiento de Patrones.

1 Introducción

La OMS estimó en 2010 que en el mundo había aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones eran ciegos y 246 millones presentaban baja visión [2]; a su vez la gran mayoría, casi el 90%, viven en países en desarrollo, principalmente en África y Asia. Además, gran parte habita en comunidades en desventaja, de bajo nivel socioeconómico y en zonas rurales. En estas comunidades el riesgo de quedar ciego es de 10 a 40 veces superior que en las zonas desarrolladas. El 80% de los casos de pérdida de visión se asocia a enfermedades infecciosas, al envejecimiento y padecimientos crónicos como la diabetes.

La invidencia es la segunda causa de discapacidad en México y, al tiempo, una de las que menos atención recibe [3]. La población de ciegos y débiles visuales en el país asciende a 1 millón 292 mil 201 personas, indican los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que datan de un censo de 2010. En el **90 por ciento de los casos, esta discapacidad es adquirida**, esto implica que conocen los colores; el

17 por ciento de quienes la padecen son menores de 30 años, el 33 por ciento tiene entre 30 y 59 años de edad y el 48.8 por ciento es mayor de 60 años.

Al entrevistar a un grupo de invidentes manifestaron que sería de utilidad contar con una herramienta que pudiera indicarles verbalmente el color de los objetos, ya que para saber —por ejemplo— el color de las prendas que visten, necesitan de la asistencia de alguna persona sin problemas visuales.

El trabajo que se presenta, consiste en la propuesta de un sistema de bajo costo, capaz de identificar el color de un objeto e indicar con lenguaje oral de cual se trata; debido a que existen infinidad de colores, se ha elegido una paleta con colores populares, y el sistema al “observar” un objeto, define su color como el más próximo a uno de los existentes en dicha paleta.

2 Estado del arte

El desarrollo de sistemas para ayudar a personas invidentes en la selección de prendas al menos presenta dos vertientes: reconocimiento de color, y reconocimiento de patrones (o estampados) de las vestimentas. En [4] se propuso una técnica para la identificación de colores utilizando el sensor de la cámara de un teléfono inteligente, una importante limitante es que solo reconocía los tres colores básicos del esquema RGB.

El trabajo presentado en [5], consiste en un sistema que aborda dos aspectos: reconoce cuatro categorías de patrones (cuadrículado, rayado, liso e irregular), así como once colores. Para su funcionamiento involucra una cámara, un micrófono para dar la orden de activación, una computadora y un audífono bluetooth para la indicación del análisis. Los resultados indicados por el autor pueden ser considerados de aceptables a buenos; con respecto a los inconvenientes, podemos mencionar al costo del sistema, y que para iniciar el funcionamiento del mismo se requiere asistencia de alguien con visión, afectando de manera importante el objetivo de la propuesta (independencia para que el invidente seleccione sus prendas).

Un trabajo en el que también se menciona como propósito principal asistir en la identificación de colores a personas con debilidad visual es observado en [6]; el sistema utiliza un sensor RGB, un arduino Mega, un módulo Bluetooth y un teléfono con Android. Básicamente se realiza una lectura mediante el arduino, el cual transfiere los valores RGB al teléfono mediante bluetooth, la aplicación que realizaron en App Inventor toma dichos valores, y mediante el módulo TextToSpeech de App Inventor, se da la indicación verbal del color identificado. En el artículo no se menciona la técnica para obtener el color “observado”, ni la cantidad de colores diferentes soportado. Un inconveniente evidente, es que el usuario invidente debe contar con un teléfono

inteligente, y para iniciar la aplicación suponemos requerirá la asistencia de alguien sin problemas importantes de visión.

3 Modelo RGB

Una parte fundamental de este trabajo consiste en que el sistema, mediante un sensor, tome la muestra de un color usando el modelo RGB, y con los datos obtenidos determinar automáticamente de qué color se trata.

El RGB (sigla en inglés de Red, Green, Blue, en español: Rojo, Verde y Azul) es un modelo de color basado en la síntesis aditiva (Figura 1), con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores de luz primarios.

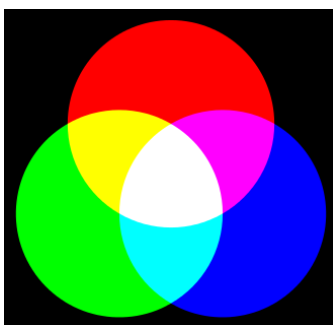


Fig. 1. Modelo de color RGB en síntesis aditiva.

Para indicar con qué proporción es mezclado cada color, se asigna un valor a cada uno de los colores primarios, de manera que el valor "0" significa que no interviene en la mezcla y, a medida que ese valor aumenta, se entiende que aporta más intensidad a la mezcla. Así, de manera usual, la intensidad de cada una de las componentes se mide según una escala que va del 0 al 255, y cada color es definido por un conjunto de valores escritos entre paréntesis (correspondientes a valores "R", "G" y "B") y separados por comas.

De este modo, el rojo se obtiene con (255,0,0), el verde con (0,255,0) y el azul con (0,0,255). El color negro, se obtiene cuando las tres componentes son (0,0,0), el blanco se forma con los tres colores primarios a su máximo valor (255,255,255).

3.1 Selección de paleta de colores

Dado que existe una enorme cantidad de colores, un aspecto importante fue identificar que colores gozan de popularidad en el vestuario; para ello se acudió a una conocida cadena de tiendas especializada en telas; además de la información, también se consiguieron pequeños fragmentos de tela (actualmente 35), para cada uno de ellos se determinaron los valores de sus componentes RGB, los cuales sirven para “alimentar” a la etapa que hace el reconocimiento automático. La tabla 1 es una muestra de colores y sus valores correspondientes al modelo RGB.

Tabla 1. Valores RGB para diversas muestras de tela.

COLOR	R	G	B	COLOR	R	G	B
Amarillo	111	106	30	Vino	136	56	71
Naranja	166	60	29	Morado claro	94	89	68
Rojo	182	46	36	Azul marino	96	88	74
Morado	116	58	90	Azul cielo	47	110	95
Crema	88	101	61	Lila	99	82	75

3.2 Sensor RGB TCS34725

El TCS34725 es un sensor de color RGB [7]. Este sensor convierte la luz en una frecuencia directamente proporcional a la intensidad de luz para cada componente RGB. Mediante un sistema computacional se pueden cuantificar las frecuencias que entrega el sensor, y obtener los valores de cada componente RGB del color “observado” por el sensor.

4 Algoritmos automáticos de reconocimiento de patrones

Un algoritmo es un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad [8].

El reconocimiento de patrones es la ciencia que se ocupa de los procesos sobre ingeniería, computación y matemáticas relacionados con objetos físicos o abstractos, con el propósito de extraer información que permita establecer propiedades de entre conjuntos de dichos objetos [9]. El sistema de reconocimiento, recibe las características de un objeto dado, y con esa información debe asignarle una categoría o clase. La

figura 2 muestra el diagrama a bloques general de un sistema de reconocimiento de patrones.

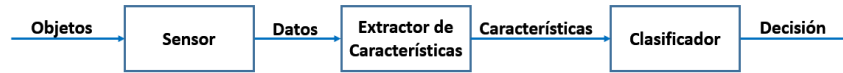


Fig. 2. Diagrama a bloques general de un sistema de reconocimiento de patrones.

Para la etapa de clasificación se utilizó un método de los denominados “supervisado”; en este tipo, al sistema se le proporcionan objetos con la clase a la que pertenecen y sus características. Esto es importante ya que se trata de la información que da “conocimiento” al sistema, y la capacidad de clasificación automática dependerá en gran medida de que sea alimentado con datos adecuados. De tal manera que cuando se le proporcionen solo las características de un objeto, el sistema analiza estos datos, y usando como referencia la información con que ya dispone, determine a cuál clase pertenece o se asemeja más.

En este trabajo las clases corresponden a los colores que el sistema podrá identificar; las características corresponden a los tres valores del modelo RGB que tiene cada color.

El Knn (K nearest neighbors, K Vecinos Cercanos) es un método de clasificación supervisada que sirve para estimar la función de densidad $F(x/C_j)$ de las predictoras x por cada clase C_j [10]. Los ejemplos de entrenamiento son vectores en un espacio característico multidimensional, cada ejemplo está descrito en términos de p atributos considerando q clases para la clasificación. Los valores de los atributos del i -ésimo ejemplo (donde $1 \leq i \leq n$) se representan por el vector p -dimensional (Ec. (1)).

$$x_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) \in X \quad (3)$$

El espacio es particionado en regiones por localizaciones y etiquetas de los ejemplos de entrenamiento. Un punto en el espacio es asignado a la clase C si esta es la clase más frecuente entre los k ejemplos de entrenamiento más cercano. Generalmente se usa la distancia euclidiana (Ec. (2)).

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^p (x_{ri} - x_{rj})^2} \quad (2)$$

5 Desarrollo de la propuesta

Para controlar al sensor RGB, cuantificar información, análisis, determinación de color y gestión de la indicación en lenguaje oral, es necesario un sistema de control capaz de realizar todo en un breve lapso. Un microcontrolador se considera como una opción adecuada.

Arduino es una plataforma de hardware y software libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios [11]. Se decidió trabajar con Arduino ya que su costo es bajo y existen las bibliotecas para controlar los módulos que conforman al sistema propuesto.

5.1 Reproducción de sonido

Para incorporar el sonido al proyecto se ha optado por el *Shield Wave* para Arduino, el cual es una tarjeta electrónica que consta de un circuito integrado dedicado para el manejo y reproducción de archivos de audio. El Shield o tarjeta también incorpora un DAC (Digital Analog Converter, Convertidor Digital-Analógico), un filtro y un amplificador operacional para la salida de sonido. Los archivos de audio se leen de una memoria SD/MMC, misma que se conecta al puerto que la tarjeta incorpora. El volumen se puede controlar con el potenciómetro de rueda, por lo que solo es necesario agregarle una pequeña bocina o unos audífonos en las terminales correspondientes. Existe una biblioteca de Arduino para su manejo; basta con almacenar los archivos de sonido con extensión *wav* en el directorio raíz de la memoria SD, y conectarla al Arduino para hacerla funcionar, cabe mencionar que los archivos se leen de una SD/MMC con formato FAT16 o FAT32.

5.2 Sistema propuesto

Una vez determinada la paleta de colores (35), el trabajo que se realizó para el desarrollo del sistema se puede dividir en tres etapas: 1) Creación de un corpus de audio con las grabaciones verbales que indicarán el color “observado”, una por cada color. 2) Obtención de los valores RGB de cada color de la paleta predefinida. 3) Toma de muestra de color, identificación automática e indicación oral del color “observado”. Las primeras dos etapas solo se realizan para obtener la información que se integrará en la tercera etapa, que dicho sea de paso constituye el sistema que ocupará el usuario final. A continuación se describen las tres etapas:

5.2.1 Corpus de audio

Para que el sistema fuera capaz de dar la indicación verbal del color, se realizaron grabaciones de archivos de audio (en format wav), una para cada color de la paleta predefinida; dichas grabaciones fueron almacenadas en la memoria SD que se conecta en un puerto del *Shield Wave*. Por ejemplo, se guardo en la memoria SD un archivo de audio con el nombre “El color es amarillo.wav”.

5.2.2 Obtención de valores RGB

El diagrama a bloques de la figura 2 indica las acciones se que realizaron para obtener las características (valores RGB) de cada clase (color); con este procedimiento se obtuvieron los valores RGB para cada color de la paleta predefinida (ver tabla 1), que posteriormente se usaron para dotar de “conocimiento” del sistema en su etapa de reconocimiento automático de color.



Fig. 2. Diagrama a bloques de la etapa de obtención de valores RGB.

En el bloque de inicialización se configura el modo de funcionamiento del sensor RGB. En el bloque de calibración se realiza la lectura de un objeto blanco, con lo que se espera obtener los valores RGB (255,255,255), de no ser así, el resultado se le debe multiplicar por una constante que lleve al resultado esperado, esa misma constante se debe aplicar a todas las mediciones posteriores.

5.2.3 Sistema para usuario final

En la figura 3 se puede observar el diagrama a bloques que define el funcionamiento del Sistema destinado a ser operado por el usuario final. Para el usuario solo se trata de acercar el sensor a la prenda u objeto de su interés, oprimir un botón para iniciar el funcionamiento del Sistema y esperar la indicación verbal del color.



Fig. 3. Diagrama a bloques de sistema de usuario final.

Para la etapa de clasificación se partió de la idea del algoritmo de vecinos cercanos (ec. 2) y se propuso un método para la definición automática de color “observado” por el

sensor. La idea consiste en tratar a los valores RGB como las coordenadas de un modelo tridimensional, y que cada color de nuestra paleta es un punto conocido en dicho espacio; al realizar una lectura se obtendrán valores RGB; ésta es considerada también como un punto en el espacio tridimensional; lo siguiente es determinar las distancias vectoriales entre dicho punto y los puntos de los valores conocidos (Ec.3).

$$D_i = \sqrt{(R_i - R)^2 + (V_i - V)^2 + (A_i - A)^2} \quad (3)$$

En el algoritmo propuesto, el vector de menor tamaño sirve como referencia para saber a qué color (de la paleta conocida) se parece más la muestra leída, iniciándose así la reproducción de la grabación correspondiente de la indicación del color observado.

Lo dicho implica que el sistema identifica al color con exactitud si este es igual a uno de los previamente “alimentados” en el sistema, pero también reconoce colores que no fueron alimentados, ya que busca aproximaciones. Ello puede conducir a errores, los cuales se acotan dando un umbral de distancia, pero de no cumplirse el umbral, se debe dar la indicación de que el color no fue reconocido.

6 Pruebas y resultados

No se presentaron inconvenientes al momento de integrar los diferentes componentes que incorporan al sistema (Figura 4). El tiempo de respuesta, entre el inicio de una nueva lectura y la entrega del resultado, es menor a un par de segundos; por lo que se demuestra que la plataforma Arduino es computacionalmente capaz de ejecutar la lectura del sensor y la ejecución del algoritmo de reconocimiento de patrones con total solvencia.

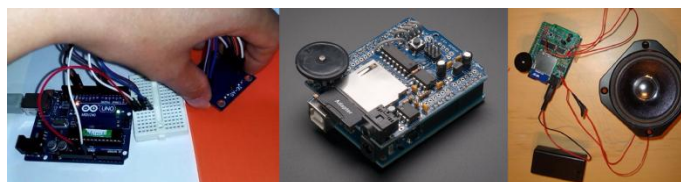


Fig 4. Aspecto del prototipo del sistema

Con respecto al funcionamiento, hay buenos resultados en colores firmes, lo cual puede mejorar, ya que aún confunde algunos tonos, sobre todo en objetos que son altamente reflejantes. También tiene problemas para distinguir tonos que son muy cercanos entre sí (en términos de RGB); por ejemplo, entre lila y morado. La tabla 2 es una síntesis de las pruebas realizadas con diferentes objetos, no solo prendas de vestir.

Tabla 2. Resultados pruebas.

OBJETO - COLOR	R	G	B	COLOR DETERMINADO
Playera amarilla	111	106	30	Amarillo
Playera azul	166	60	29	Azul
Playera verde	173	54	32	Verde pistache
Corbata roja	182	46	36	Rojo
Playera azul marino	116	58	90	Azul marino
Tapa de perfume purpura	116	89	49	Violeta
Cartera café	120	87	53	Café
Camisa de vestir gris	96	88	74	Gris
Playera de vestir azul	47	110	95	Azul cielo
Calcetas lila	96	112	40	Lila

7. Conclusiones y trabajos futuros

El sistema presentado es un intento por mejorar la calidad de vida de las personas con problemas de visión; la implementación presentada es de fácil montaje y bajo costo; las principales diferencias con respecto a las propuestas observadas en el estado del arte son: no se requiere ningún sistema de microcontrol costoso como una PC o un teléfono inteligente; y lo más importante, el usuario puede prescindir por completo de la asistencia de alguien para operar en cualquier momento al dispositivo. Con respecto al funcionamiento, en colores firmes se tiene buena aproximación a un resultado óptimo, considerando que estamos limitados a los colores de una paleta definida previamente, por lo que se planea como trabajo futuro aumentar la base de colores, y que tengan una mejor distribución cromática con respecto al espectro de frecuencias de colores visibles. Dado que el sistema no está diseñado para trabajar con objetos que tienen varios colores en un área reducida, o con estampados, se propone experimentar otros algoritmos para resolver dicha problemática; así como realizar pruebas con otros métodos automáticos de clasificación como máquinas de soporte vectorial y redes Bayesianas.

Referencias

- [1] E. L. Santana Munguía, H. Andrés Calderón y G. A. Ceja González, Guía-Cuaderno 5: Atención educativa de alumnos y alumnas con discapacidad visual, México D.F.: Dirección General de Educación Indígena, 2012.
- [2] OMS, «Nota descriptiva No 282,» Agosto 2014. [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>. [Último acceso: 09 09 2014].
- [3] S. Ortiz Borbolla, «Invidentes en la “ciudad de caos”,» *Contralínea*, 8 Enero 2014.
- [4] H. Lee, J. Huang, C. Chen y T. Sheu, «Building a Color Recognizer System on the Smart

Mobile Device for Visually Impaired People,» de *6th International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology*, Luxembourg, 2011.

- [5] X. Yang, S. Yuan y T. YingLi, «Assistive clothing pattern recognition for visually impaired people,» *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 44, n° 2, pp. 234-243, 2014.
- [6] M. Kumar, S. Jilani, M. Sreenivasulu y M. Hussain, «Automated Color Recognition System for Visually Challenged and Achromatopsia People using Arduino and Mobile App,» *International Journal of Advanced Research in Electronics and Communication Engineering*, vol. 4, n° 8, pp. 2106-2110, 2015.
- [7] Texas Advanced Optoelectronics Solutions, *TCS230 Programmable Color Light-to-Frequency Converter*, Texas: TAOS Inc, 2003.
- [8] G. Brassard y P. Bratley, *Fundamentos de algoritmia*, Madrid: Prentice-Hall, 1997.
- [9] R. O. Duda, P. E. Hart y D. G. Stork, *Pattern classification*, Segunda Edición ed., New York: Wiley, 2001.
- [10] E. Fix y J. Hodges, «An Important Contribution to Nonparametric Discriminant Analysis and Density Estimation,» *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, pp. 233-238, 1989.
- [11] «Arduino,» [En línea]. Available: <http://arduino.cc/>. [Último acceso: 20 Octubre 2014].

Sistema de reconocimiento automático del color de objetos con indicación verbal de resultado

Ismael Díaz Rangel* y María del Consuelo Escoto Ponce de León*

* Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario Ecatepec
Av. José Revueltas 17, Col. Tierra Blanca C.P. 55020 Ecatepec de Morelos
ismael1099@hotmail.com, consuelo_escoto@hotmail.com

Resumen. La Discapacidad Visual (DV) implica una deficiencia del sistema de la visión, cuando se habla de ceguera o baja visión, se hace referencia a condiciones caracterizadas por una limitación total o muy seria de la función visual; es decir, no ve o tiene muy ligera percepción de luz [1]. Identificar colores tiene cierta importancia; por ejemplo, para algunas personas combinar los colores de la ropa de acuerdo a sus gustos es algo significativo; lo cual no excluye a los que padecen DV. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar un sistema electrónico de muy bajo costo que sea capaz de identificar el color de un objeto, y dar un mensaje de voz indicando el resultado. Dado que existen potencialmente infinitud de colores, se sugiere una paleta de colores acotada, y mediante una técnica de inteligencia artificial, definir al color del objeto como el más parecido a uno de los preestablecidos.

Palabras clave: Discapacidad Visual, Modelo RGB, Reconocimiento de Patrones.

1 Introducción

La OMS estimó en 2010 que en el mundo había aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones eran ciegos y 246 millones presentaban baja visión [2]; a su vez la gran mayoría, casi el 90%, viven en países en desarrollo, principalmente en África y Asia. Además, gran parte habita en comunidades en desventaja, de bajo nivel socioeconómico y en zonas rurales. En estas comunidades el riesgo de quedar ciego es de 10 a 40 veces superior que en las zonas desarrolladas. El 80% de los casos de pérdida de visión se asocia a enfermedades infecciosas, al envejecimiento y padecimientos crónicos como la diabetes.

La invidencia es la segunda causa de discapacidad en México y, al tiempo, una de las que menos atención recibe [3]. La población de ciegos y débiles visuales en el país asciende a 1 millón 292 mil 201 personas, indican los datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que datan de un censo de 2010. En el **90 por ciento de los casos, esta discapacidad es adquirida**, esto implica que conocen los colores; el 17 por ciento de quienes la padecen son menores de 30 años, el 33 por ciento tiene entre 30 y 59 años de edad y el 48.8 por ciento es mayor de 60 años.

Al entrevistar a un grupo de invidentes manifestaron que sería de utilidad contar con una herramienta que pudiera indicarles verbalmente el color de los objetos, ya que para saber —por ejemplo— el color de las prendas que visten, necesitan de la asistencia de alguna persona sin problemas visuales.

El trabajo que se presenta, consiste en la propuesta de un sistema de bajo costo, capaz de identificar el color de un objeto e indicar con lenguaje oral de cual se trata; debido a que existen infinidad de colores, se ha elegido una paleta con colores populares, y el sistema al “observar” un objeto, define su color como el más próximo a uno de los existentes en dicha paleta.

2 Estado del arte

El desarrollo de sistemas para ayudar a personas invidentes en la selección de prendas al menos presenta dos vertientes: reconocimiento de color y reconocimiento de patrones (o estampados) de las vestimentas. El trabajo presentado en [4], consiste en un sistema que aborda ambos aspectos: reconoce cuatro categorías de patrones (cuadriculado, rayado, liso e irregular), así como once colores. Para su funcionamiento involucra una cámara, un micrófono para dar la orden de activación, una computadora y un audífono bluetooth para indicar el resultado de su análisis. Los resultados mostrados por el autor pueden ser considerados de aceptables a buenos; con respecto a los inconvenientes, podemos mencionar al costo del sistema, y que para iniciar el funcionamiento del mismo se requiere la asistencia alguien con visión, afectando de manera importante el objetivo de la propuesta (independencia para que el invidente seleccione sus prendas).

3 Modelo RGB

Una parte fundamental de este trabajo consiste en que el sistema, mediante un sensor, tome la muestra de un color usando el modelo RGB, y con los datos obtenidos determinar automáticamente de qué color se trata.

El RGB (sigla en inglés de Red, Green, Blue, en español: Rojo, Verde y Azul) es un modelo de color basado en la síntesis aditiva (Figura 1), con el que es posible representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores de luz primarios.

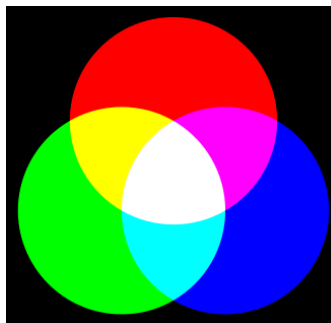


Fig. 1. Modelo de color RGB en síntesis aditiva.

Para indicar con qué proporción es mezclado cada color, se asigna un valor a cada uno de los colores primarios, de manera que el valor "0" significa que no interviene en la mezcla y, a medida que ese valor aumenta, se entiende que aporta más intensidad a la mezcla. Así, de manera usual, la intensidad de cada una de las componentes se mide según una escala que va del 0 al 255, y cada color es definido por un conjunto de valores escritos entre paréntesis (correspondientes a valores "R", "G" y "B") y separados por comas.

De este modo, el rojo se obtiene con (255,0,0), el verde con (0,255,0) y el azul con (0,0,255). El color negro, se obtiene cuando las tres componentes son (0,0,0), el blanco se forma con los tres colores primarios a su máximo valor (255,255,255).

3.1 Selección de paleta de colores

Dado que existe una enorme cantidad de colores, un aspecto importante fue identificar que colores gozan de popularidad en el vestuario; para ello se acudió a una conocida cadena de tiendas especializada en telas; además de la información, también se consiguieron pequeños fragmentos de tela (actualmente 35), para cada uno de ellos se determinaron los valores de sus componentes RGB, los cuales sirven para “alimentar” a la etapa que hace el reconocimiento automático. La tabla 1 es una muestra de colores y sus valores correspondientes al modelo RGB.

COLOR	R	G	B	COLOR	R	G	B
Amarillo	111	106	30	Vino	136	56	71
Naranja	166	60	29	Morado claro	94	89	68
Rojo	182	46	36	Azul marino	96	88	74
Morado	116	58	90	Azul cielo	47	110	95
Crema	88	101	61	Lila	99	82	75

Tabla 1. Valores RGB para diversas muestras de tela.

3.2 Sensor RGB TCS34725

El TCS34725 es un sensor de color RGB [5]. Este sensor convierte la luz en una frecuencia directamente proporcional a la intensidad de luz para cada componente RGB. Mediante un sistema computacional se pueden cuantificar las frecuencias que entrega el sensor, y obtener los valores de cada componente RGB del color “observado” por el sensor.

4 Algoritmos automáticos de reconocimiento de patrones

Un algoritmo es un conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad [6].

El reconocimiento de patrones es la ciencia que se ocupa de los procesos sobre ingeniería, computación y matemáticas relacionados con objetos físicos o abstractos, con el propósito de extraer información que permita establecer propiedades de entre conjuntos de dichos objetos [7]. El sistema de reconocimiento, recibe las características de un objeto dado, y con esa información debe asignarle una categoría o clase. La figura 2 muestra el diagrama a bloques general de un sistema de reconocimiento de patrones.

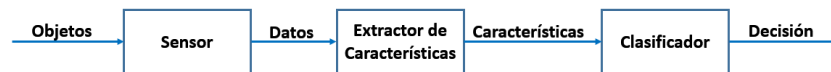


Fig. 2. Diagrama a bloques general de un sistema de reconocimiento de patrones.

Para la etapa de clasificación se utilizó un método de los denominados “supervisado”; en este tipo, al sistema se le proporcionan objetos con la clase a la que pertenecen y sus características. Esto es importante ya que se trata de la información que da “conocimiento” al sistema, y la capacidad de clasificación automática dependerá en gran medida de sea alimentado con datos adecuados. De tal manera que cuando se le proporcionen solo las características de un objeto, el sistema analiza estos datos, y usando como referencia la información con que ya dispone, determine a cuál clase pertenece o se asemeja más.

En este trabajo las clases corresponden a los colores que el sistema podrá identificar; las características corresponden a los tres valores del modelo RGB que tiene cada color.

El Knn (K nearest neighbors, K Vecinos Cercanos) es un método de clasificación supervisada que sirve para estimar la función de densidad $F(x/C_j)$ de las predictoras x por cada clase C_j [8]. Los ejemplos de entrenamiento son vectores en un espacio característico multidimensional, cada ejemplo está descrito en términos de p atributos considerando q clases para la clasificación. Los valores de los atributos del i -ésimo ejemplo (donde $1 \leq i \leq n$) se representan por el vector p -dimensional (Ec. (1)).

$$x_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{pi}) \in X \quad (4)$$

El espacio es particionado en regiones por localizaciones y etiquetas de los ejemplos de entrenamiento. Un punto en el espacio es asignado a la clase C si esta es la clase más frecuente entre los k ejemplos de entrenamiento más cercano. Generalmente se usa la distancia euclidiana (Ec. (2)).

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{r=1}^p (x_{ri} - x_{rj})^2} \quad (2)$$

5 Sistema de control y procesamiento de la información

Para controlar al sensor RGB, cuantificar información, análisis, determinación de color y gestión de la indicación en lenguaje oral, es necesario un sistema de control capaz de realizar todo en un breve lapso. Un microcontrolador se considera como una opción adecuada.

Arduino es una plataforma de hardware y software libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios [9]. Se decidió trabajar con Arduino ya que su costo es bajo y existen las bibliotecas para controlar los módulos que conforman al sistema propuesto.

6 Reproducción de sonido

Para incorporar el sonido al proyecto se ha optado por el *Shield Wave* para Arduino, el cual es una tarjeta electrónica que consta de un circuito integrado dedicado para el manejo y reproducción de archivos de audio. El Shield o tarjeta también incorpora un DAC (Digital Analog Converter, Convertidor Digital-Analógico), un filtro y un amplificador operacional para la salida de sonido. Los archivos de audio se leen de una memoria SD/MMC, misma que se conecta al puerto que la tarjeta incorpora. El volumen se puede controlar con el potenciómetro de rueda, por lo que solo es necesario agregarle una pequeña bocina o unos audífonos en las terminales correspondientes. Existe una biblioteca de Arduino para su manejo; basta con almacenar los archivos de sonido con extensión *wav* en el directorio raíz de la memoria SD, y conectarla al Arduino para hacerla funcionar, cabe mencionar que los archivos se leen de una SD/MMC con formato FAT16 o FAT32.

7 Sistema propuesto

Una vez determinada la paleta de colores (35), el trabajo que se realizó para el desarrollo del sistema se puede dividir en tres etapas: 1) Creación de un corpus de audio con las grabaciones verbales que indicaran el color “observado”, una por cada color. 2) Obtención de los valores RGB de cada color de la paleta predefinida. 3) Toma de muestra de color, identificación automática e indicación oral del color “observado”. Las primeras dos etapas solo se realizan para obtener la información que se integrará en la tercera etapa, que dicho sea de paso constituye el sistema que ocupará el usuario final.

7.1 Corpus de audio

Para que el Sistema fuera capaz de dar la indicación verbal del color, se realizaron grabaciones de archivos de audio (en format *wav*), una para cada color de la paleta

predefinida; dichas grabaciones fueron almacenadas en la memoria SD que se conecta en un puerto del *Shield Wave*. Por ejemplo, se guardo en la memoria SD un archivo de audio con el nombre “El color es amarillo.wav”.

7.2 Obtención de valores RGB

El diagrama a bloques de la figura 2 indica las acciones se que realizaron para obtener las características (valores RGB) de cada clase (color); con este procedimiento se obtuvieron los valores RGB para cada color de la paleta predefinida (ver tabla 1), que posteriormente se usaron para dotar de “conocimiento” del sistema en su etapa de reconocimiento automático de color.



Fig. 2. Diagrama a bloques de la etapa de obtención de valores RGB.

En el bloque de inicialización se configura el modo de funcionamiento del sensor RGB. En el bloque de calibración se realiza la lectura de un objeto blanco, con lo que se espera obtener los valores RGB (255,255,255), de no ser así, el resultado se le debe multiplicar por una constante que lleve al resultado esperado, esa misma constante se debe aplicar a todas las mediciones posteriores.

7.3 Sistema para usuario final

La figura 3 se puede observar el diagrama a bloques que define el funcionamiento del Sistema destinado a ser operado por el usuario final. Para el usuario solo se trata de acercar el sensor a la prenda u objeto de su interes, oprimir un boton para iniciar el funcionamiento del Sistema y esperar la indicación verbal del color.



Fig. 3. Diagrama a bloques de sistema de usuario final.

Para la etapa de clasificación se partió de la idea del algoritmo de vecinos cercanos (ec. 2) y se propuso un método para la definición automática de color “observado” por el sensor. La idea consiste en tratar a los valores RGB como las coordenadas de un modelo tridimensional, y que cada color de nuestra paleta es un punto conocido en dicho espacio; al realizar una lectura se obtendrán valores RGB; ésta es considerada también como un punto en el espacio tridimensional; lo siguiente es determinar las distancias vectoriales entre dicho punto y los puntos de los valores conocidos (Ec.3).

$$D_i = \sqrt{(R_i - R)^2 + (V_i - V)^2 + (A_i - A)^2} \quad (3)$$

En el algoritmo propuesto, el vector de menor tamaño sirve como referencia para saber a qué color (de la paleta conocida) se parece más la muestra leída, iniciándose así la reproducción de la grabación correspondiente de la indicación del color observado.

Lo dicho implica que el sistema identifica al color con exactitud si este es igual a uno de los previamente “alimentados” en el sistema, pero también reconoce colores que no fueron alimentados, ya que busca aproximaciones. Ello puede conducir a errores, los cuales se acotan dando un umbral de distancia, pero de no cumplirse el umbral, se debe dar la indicación de que el color no fue reconocido.

8 Pruebas y resultados

No se presentaron inconvenientes al momento de integrar los diferentes componentes que incorporan al sistema (Figura 4). El tiempo de respuesta, entre el inicio de una nueva lectura y la entrega del resultado, es menor a un par de segundos; por lo que se demuestra que la plataforma Arduino es computacionalmente capaz de ejecutar la lectura del sensor y la ejecución del algoritmo de reconocimiento de patrones con total solvencia.

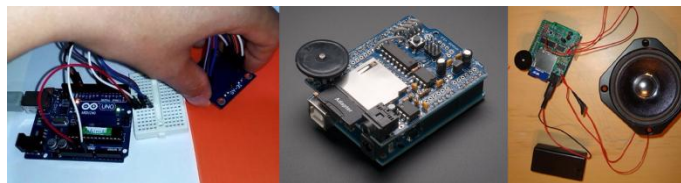


Fig 4. Aspecto del prototipo del sistema

Con respecto al funcionamiento, hay buenos resultados en colores firmes, lo cual puede mejorar, ya que aún confunde algunos tonos, sobre todo en objetos que son altamente reflejantes. También tiene problemas para distinguir tonos que son muy cercanos entre sí (en términos de RGB); por ejemplo, entre lila y morado. La tabla 2 es una síntesis de las pruebas realizadas con diferentes objetos, no solo prendas de vestir.

OBJETO - COLOR	R	G	B	COLOR DETERMINADO
Playera amarilla	111	106	30	Amarillo
Playera azul	166	60	29	Azul
Playera verde	173	54	32	Verde pistache
Corbata roja	182	46	36	Rojo
Playera azul marino	116	58	90	Azul marino
Tapa de perfume purpura	116	89	49	Violeta
Cartera café	120	87	53	Café
Camisa de vestir gris	96	88	74	Gris
Playera de vestir azul	47	110	95	Azul cielo
Calcetas lila	96	112	40	Lila

Tabla 2. Resultados pruebas.

9. Conclusiones y trabajos futuros

El sistema propuesto es un intento por mejorar la calidad de vida de las personas con problemas de visión; la implementación presentada es de fácil montaje y bajo costo. Con respecto al funcionamiento, en colores firmes se tiene buena aproximación a un resultado óptimo, recordando que estamos limitados a los colores de una paleta definida previamente, por lo que se planea como trabajo futuro aumentar la base de colores, y que tengan una mejor distribución cromática con respecto al espectro de frecuencias de colores visibles. Dado que el sistema no está diseñado para trabajar con objetos con varios colores en un área reducida, o con estampados, se propone experimentar otros algoritmos para resolver dicha problemática; así como realizar pruebas con otros métodos automáticos de clasificación como máquinas de soporte vectorial y redes Bayesianas.

Referencias

- [1] E. L. Santana Munguía, H. Andrés Calderón y G. A. Ceja González, Guía-Cuaderno 5: Atención educativa de alumnos y alumnas con discapacidad visual, México D.F.: Dirección General de Educación Indígena, 2012.
- [2] OMS, “Nota descriptiva No 282,” Agosto 2014. [En línea]. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>. [Último acceso: 09 09 2015].
- [3] S. Ortiz Borbolla, “Invidentes en la “ciudad de caos”, *Contralínea*, 8 Enero 2014.
- [4] X. Yang, S. Yuan y T. YingLi, “Assistive clothing pattern recognition for visually impaired people,” *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 44, n° 2, pp. 234-243, 2014.
- [5] Texas Advanced Optoelectronics Solutions, *TCS230 Programmable Color Light-to-Frequency Converter*, Texas: TAOS Inc, 2003.
- [6] G. Brassard y P. Bratley, Fundamentos de algoritmia, Madrid: Prentice-Hall, 1997.
- [7] R. O. Duda, P. E. Hart y D. G. Stork, Pattern classification, Segunda Edición ed., New York: Wiley, 2001.
- [8] E. Fix y J. Hodges, “An Important Contribution to Nonparametric Discriminant Analysis and Density Estimation,” *International Statistical Review / Revue Internationale de Statistique*, pp. 233-238, 1989.
- [9] “Arduino,” [En línea]. Available: <http://arduino.cc/>. [Último acceso: 2 Marzo 2016].

XIV. Simposio de Posgrado

Seguimiento y monitoreo en tiempo real de personas con Alzheimer para preservar su calidad de vida

Edwin Martínez Hernández *
Doctorado Interinstitucional en Ciencias de la Computación,
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
email: edmahe@hotmail.com

Resumen— En el presente trabajo se abordará el seguimiento y monitoreo en tiempo real de las personas con Alzheimer, donde identificaremos, deambulación, caídas o pérdidas de equilibrio, progresión de la enfermedad y posibles extravíos, permitirán preservar la calidad de vida de los enfermos con Alzheimer, sus cuidadores y familiares. Este trabajo propone una arquitectura donde se pueda dar seguimiento y monitorear a los enfermos y muestra cómo se pretende realizar la adquisición de datos, los sensores que se pretenden utilizar, que es lo que esperamos obtener mediante el análisis de la información y como retroalimentar las recomendaciones realizadas por un sistema Recomendador.

Este trabajo nos llevará por un recorrido desde la motivación de la investigación, marco teórico, trabajos previos en el área, hasta la propuesta de la solución y aplicación tecnológica de la misma.

Palabras Clave—Alzheimer, Monitoreo, Seguimiento, Detección de Caídas, Detección de Deambulación, Detección de Extravíos, Análisis de Trayectorias, Calidad de Vida.

I. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo nos enfocamos en el uso de tecnología, para el monitoreo y seguimiento, que nos permita ayudar a preservar la calidad de vida de los enfermos con Alzheimer, de sus cuidadores y de sus familiares. La propuesta que se está realizando es definir una arquitectura con los siguientes elementos:

1. Detección de Deambulación
2. Detección de Caídas o pérdida de equilibrio
3. Detección de Progresión de la enfermedad
4. Detección de Posibles Extravíos.
5. Desarrollo de Aplicación para dispositivo Móvil. Para adquisición de datos y envío de notificaciones y recomendaciones.
6. Adquisición, Limpieza, Procesado y Análisis de Datos.
7. Desarrollo de un Sistema Recomendador.

Se utilizarán diversos sensores y dispositivos para la adquisición de datos, así como almacenamiento en la nube ya que se estima que se generará grandes volúmenes de información, se requieren técnicas de inteligencia artificial para el análisis de la

información y que un sistema recomendador emita recomendaciones tanto a los enfermos, como a los cuidadores y familiares para mejorar su calidad de vida.

Para el desarrollo del trabajo es importante considerar los dos tipos de escenarios en los que nos vamos a enfrentar que son: Si el enfermo de Alzheimer se encuentra en interiores o en exteriores.

Al inicio de la enfermedad de Alzheimer es frecuente que las personas puedan perderse, al momento de sufrir alguna desorientación, Para la detección de posibles extravíos se contempla utilizar sensores para identificar si la persona con Alzheimer se encuentra en su domicilio e identificar cuando salga de su casa, enviando información a los cuidadores y familiares, al igual una vez que se encuentre el enfermo fuera del domicilio se contempla enviar 4 alarmas, 1 cada 250 m. hasta llegar a 1km de radio de distancia de su domicilio, indicando la posición y la hora donde se encontraban los enfermos, y que posterior a 1 km de distancia de su domicilio el cuidador o familiar pueda localizar donde se encuentra el enfermo por medio de localización GPS; al igual se contempla la posibilidad de enviar una alarma con la ubicación del enfermo cuando el dispositivo móvil solo tenga el 10% de la batería.

A medida que la enfermedad de Alzheimer progresa el enfermo cada vez pasa más tiempo en su domicilio, y la detección de deambulación se enfocara en interiores, mediante un análisis de trayectorias. Para la detección del progreso de la enfermedad nos enfocaremos en la identificación de cambios de comportamientos de las personas, cambios en la velocidad de desplazamiento y en la identificación de algunos elementos como pueden ser el aislamiento social, deambulaciones o caídas frecuentes.

La detección de caídas o pérdida de equilibrio, se realizará tanto en interiores como en exteriores.

El uso de sensores y herramientas tecnológicas son de gran importancia hoy en día para los cuidados de la salud, el uso de estas herramientas es fundamental para el apoyo de adultos mayores. Las expectativas de vida son cada vez más altas y se tiene estimado que para el 2050 alrededor del 20% de la población mundial sea mayor de 60 años [33]. Según [27] del 92 al 98% de las personas que tienen demencia son mayores de 60 años. En [34,35] encontraron que la prevalencia de la demencia aumenta con la edad.

La enfermedad de Alzheimer es la más común de las demencias y representa un 60-70% de los casos. [27]. Cada 3 segundos, alguien en el mundo desarrolla demencia [27]. La enfermedad de Alzheimer es una enfermedad Neurodegenerativa que avanza de manera gradual, progresiva y lleva a la muerte. Aproximadamente en el 2015, 30 millones de personas en el mundo tienen la enfermedad de Alzheimer [27] y se estima que para el 2050 existan alrededor de 90 millones de enfermos [27]. No existe tratamiento o cura para la enfermedad de Alzheimer hasta el momento.

Se requieren dos tipos de respuestas del análisis de la información adquirida.

Respuesta en Tiempo Real.- Informar a los enfermos o a los cuidadores, cuando una persona se encuentra deambulando, perdida o que exista riesgo o caídas, donde se debe de conocer donde se encuentra la persona a la cual se le debe de proporcionar la ayuda.

Para preservar la calidad de vida del enfermo se tiene contemplado lo siguiente:

1. Identificación de la evolución y grado de avance de la enfermedad
2. Sistema de recomendaciones para mejorar la calidad de vida, adaptadas a los enfermos según el grado de avance de la misma.
3. Sistema de Alertas en caso de que el enfermo tenga un riesgo. (caídas, deambulación, extravíos).
4. Identificación de cuando una persona con la enfermedad de Alzheimer ya no puede valerse por sí misma. Esto ocurre en el cambio entre la cuarta y quinta etapa según la clasificación de la Escala de Deterioro Global (GDS)

Es importante conocer el estado y evolución de la enfermedad, para dar recomendaciones acertadas a los enfermos o cuidadores dependiendo de la evolución de la misma, estas recomendaciones deben de adaptarse a la evolución individual de cada enfermo y con esto preservar la calidad de vida del enfermo con Alzheimer.

Algunos factores principales para el monitoreo y seguimiento de los adultos mayores independientemente de la tecnología son:

- La independencia.
- Incrementar la Seguridad.
- Herramienta de apoyo para los cuidadores

II. MARCO TEÓRICO

Deambulación

Para detectar la deambulación se pretende utilizar el análisis de trayectorias, estas miden la velocidad, dirección, punto inicial de partida y punto final o llegada del desplazamiento de una persona, y el análisis de la misma nos permitirá identificar

posibles variaciones a los comportamientos rutinarios de las personas y ayudar a identificar el progreso de la enfermedad.

El término 'deambular' describe una serie de diferentes comportamientos en base a los atributos caminar y locomoción. [2] Deambular, se refiere a la urgencia de caminar sin rumbo o irse del lugar donde la persona se encuentra. Se estima que el 60% de las personas que padecen de la enfermedad de Alzheimer deambularon fuera del hogar o la supervisión del cuidador en algún momento durante el proceso de la enfermedad [2]. El pico de incidencia en la deambulaci3n, ocurre entre las 5 y las 7 pm [3].

Un comportamiento errante o deambular puede acarrear un conjunto de problemas como pueden ser los accidentes, perderse, malnutrici3n debido a que los enfermos no son capaces de sentarse para las comidas, p3rdida de peso por el alto consumo cal3rico al caminar, fatiga, trastorno del sue1o.

Las personas que deambulan se caen tres veces m3s que las personas que no deambulan [8] y tienen el doble de posibilidad de fracturarse [9]. Deambular se relaciona con el decremento de la capacidad cognitiva en la enfermedad de Alzheimer [10].

Escala de Clasificaci3n de Ambulaci3n Funcional (Functional Ambulation Classification Scale-FAC) [12]		
Clasificaci3n		Definici3n
Nivel 0 (Ambulaci3n No Funcional)		La persona no puede caminar, camina solo en las barras paralelas o requiere supervisi3n o asistencia f3sica de m3s de una persona para caminar seguramente fuera de las barras paralelas
Nivel 1 (Dependiente de asistencia f3sica Nivel II)		La persona requiere contacto manual de no m3s de una persona mientras camina sobre superficies para prevenir ca3das, el contacto manual es continuo y necesario para ayudar a soportar el peso del cuerpo y mantener el balance
Nivel 2 (Dependiente de asistencia f3sica Nivel II)		La persona requiere contacto manual de no m3s de una persona mientras camina, el contacto manual puede ser continuo o intermitente para asistir al balance y a la coordinaci3n
Nivel 3 (Ambulaci3n dependiente con supervisi3n)		La persona puede caminar en superficies niveladas sin necesidad de contacto manual de otra persona, pero por seguridad requiere apoyo para levantarse.
Nivel 4 (Ambulaci3n independiente en superficies niveladas)		La persona puede caminar independientemente sobre superficies niveladas pero requiere supervisi3n o asistencia f3sica en escaleras, sitios inclinados o en superficies no niveladas
Nivel 5 (Ambulaci3n Independiente)		La persona puede caminar independientemente sin necesidad de apoyo de alguna otra persona

Los patrones observables en la deambulaci3n pueden ser [2]:

- Dar vueltas (lapping)

- Ir y venir (pacing)
- Deambulaci3n aleatoria (random ambulation)

Caídas o Pérdida de Equilibrio

Para la detección de caídas o pérdidas de equilibrio, la propuesta que se está contemplando es analizar el desplazamiento de las personas y verificar por medio de sensores (acelerómetros y giroscopios) sus movimientos, ya que las caídas en los enfermos de Alzheimer son frecuentes y peligrosas las cuales pueden producir daños físicos muy graves, incluyendo fracturas de huesos e incluso la muerte.

Extravío

Un enfermo de alzhéimer, en primer lugar se desorientará con respecto al tiempo (desorientaci3n temporal), para más adelante hacerlo con respecto al espacio (desorientaci3n espacial), aumentándose la posibilidad de perderse.

Seguimiento y Monitoreo

El monitoreo consiste en sensar al enfermo con Alzheimer, para para poder enviar la informaci3n para que pueda ser analizada la informaci3n recabada.

El seguimiento es el proceso de registrar las actividades diarias de los enfermos, para posteriormente detectar posibles variaciones en el mismo

Los sistemas de monitoreo a enfermos, apoyan a los pacientes en sus propios ambientes y generalmente son utilizados en el cuidado de la salud [37].

Los objetivos del monitoreo es de detectar una emergencia inmediatamente con alta precisi3n y que tenga una respuesta oportuna. Tecnologías inalámbricas, el incremento del poder computacional y almacenamiento permite el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas para el monitoreo en tiempo real [37].

BigData

Big data se refiere al proceso de extracci3n, recolecci3n, limpieza y transformaci3n, análisis, indexado y búsquedas y visualizaci3n de datos complejos, dichos datos se describen por su velocidad, volumen y variedad. La velocidad describe la velocidad en la que llega los datos. El volumen hace referencia a la cantidad de informaci3n a almacenar, y la variedad hace referencia a un amplio rango de diferentes tipos de datos y fuentes. [36]

Hoy en día se puede observar, capturar y registrar información del comportamiento humano a gran escala con un alto grado de granularidad esto es posible por la telemedida y el BigData [36].

Enfermedad de Alzheimer

El Alzheimer Es una enfermedad Neurodegenerativa que ocasiona problemas relacionados con la memoria, el pensamiento y el comportamiento. Una persona con la enfermedad de Alzheimer, presenta una serie de cambios cognoscitivos La función cognoscitiva o cognición se refiere a las funciones del cerebro, como la atención, la memoria, el lenguaje, habilidades visuoespaciales entre los que encontramos los siguientes: [14]

- La amnesia
- La apraxia
- La afasia
- La agnosia
- Pérdida de Atención y concentración
- Deambulación
- Desorientación temporal y espacial
- Pérdida de equilibrio y caídas

Como promedio un paciente diagnosticado con la enfermedad de Alzheimer vive unos 10 años desde la aparición de los síntomas, La evolución es variable y oscila entre uno o dos años y hasta 20 años.

El Alzheimer afecta a cada persona de diferente manera. Su impacto depende, en gran parte, de cómo era la persona antes de la enfermedad, condición física o estilo de vida; así, no todas las personas mostraran todos los síntomas y progresaran de la misma forma; Por otra parte, en casi todas las fases pueden aparecer periodos cortos de lucidez.

Suele afectar primeramente las actividades de la vida diaria-complejas (el trabajo, la planificación u organización de actividades, el conducir, etc.), seguidamente las actividades de la vida diaria-instrumentales (capacidad para usar el teléfono, ir de compras, preparar los alimentos, arreglo de la casa, lavado de la ropa, uso de medios de transporte, responsabilidad sobre la propia medicación, comprensión y lectura, etc.) y finalmente, las actividades de la vida diaria-básicas (comer, lavarse, vestirse, arreglarse, ir al baño, subir y bajar escaleras y trasladarse). Es decir, el paciente olvida las cosas en el orden inverso a como fueron aprendidas. Lo que primero olvida es lo último que aprendió (Ley de Ribot). [20]

Clasificación GDS Escala de Deterioro Global

Etapa	Características
Primera Etapa (Normal)	No existe deterioro cognoscitivo, y un proveedor de cuidados de la salud no puede detectar los problemas de la memoria.
Segunda Etapa (Normal)	Se presenta un deterioro cognoscitivo muy leve, es posible que la persona note un deterioro de la memoria, como el olvido de palabras o nombres familiares, o la pérdida de objetos como las llaves. A pesar de que la persona puede notar estos cambios, los familiares, los amigos y los proveedores de cuidados de la salud no notan dichos cambios.
Tercera Etapa (Demencia Leve)	Se produce un deterioro cognoscitivo leve, y puede diagnosticarse la etapa temprana de Alzheimer. Un examen médico puede revelar las deficiencias en la memoria o la concentración. Los amigos y los familiares notarán una deficiencia en la memoria, incluida la incapacidad de recordar nombres de personas que se le presenten, el deterioro del desempeño en el trabajo o en entornos sociales, la incapacidad de retener información que se acaba de leer, la pérdida de objetos y la incapacidad de planificar y organizar
Cuarta Etapa (Demencia Moderada)	Se caracteriza por un deterioro cognoscitivo moderado y corresponde a la etapa temprana. El examen clínico revela deficiencias en el conocimiento de eventos recientes y la capacidad de resolver problemas matemáticos, como contar hacia atrás administrar asuntos financieros personales y organizar eventos; la reducción de la memoria de acontecimientos del pasado; el aislamiento y la falta de ánimo en situaciones desafiantes.
Quinta Etapa (Demencia Moderada)	Corresponde al deterioro cognoscitivo moderadamente severo, o en etapa intermedia, revela una mayor pérdida de la memoria, la capacidad cognoscitiva, y la necesidad de asistencia para realizar las tareas diarias. La persona con Alzheimer olvidará su número de teléfono o dirección; perderá la orientación, mostrará un deterioro en la capacidad matemática; y no podrá seleccionar un atuendo adecuado. La persona todavía puede recordar eventos de su propia historia y los nombres de sus familiares cercanos. Desde el punto de vista funcional, no requieren asistencia para ir al baño y comer.
Sexta Etapa (Demencia)	Durante la etapa 6 de la GDS, moderadamente severa o en etapa intermedia, se produce un deterioro cognoscitivo severo. La persona con Alzheimer ya no reconoce su entorno o los

Severa)	eventos que se producen a su alrededor. A pesar de que recordarán su propio nombre, es posible que olviden los nombres de sus cónyuges o de sus hijos. En esta etapa, se deteriora la capacidad funcional y se requiere asistencia para ir al baño y vestirse adecuadamente. La vida de la persona que cuida del enfermo se vuelve más difícil, ya que aumentan los episodios de incontinencia urinaria y fecal, y se produce una alteración del ciclo del sueño. Surgen cambios en la personalidad y síntomas del comportamiento, incluida desconfianza y delirios; alucinaciones; o comportamientos compulsivos repetitivos.
Séptima Etapa (Demencia Severa)	Severa o en etapa tardía, las personas pierden la capacidad de responder al entorno, hablar y poner en práctica habilidades motoras simples, como caminar. Se pierde la capacidad de habla inteligible. Se requiere asistencia para comer e ir al baño, y se presenta incontinencia. Las personas se deterioran al punto de perder las habilidades adquiridas en la infancia, como la capacidad de caminar sin asistencia, sentarse sin apoyo, sonreír y mantener la cabeza erguida; se producen rigidez muscular y reflejos anormales, y dificultad para comer.

III. TRABAJOS PREVIOS EN EL ÁREA

En [11] se realizó un estudio con 1312 pacientes donde el 26% tenía la enfermedad de Alzheimer, en las primeras etapas de la enfermedad de Alzheimer se encontraban el 12% y el resto se encontraba en etapas más avanzadas, donde se detectaron cambios en la marcha: Decremento en la velocidad de caminar, Decremento en la longitud de zancada, Incremento en la fase de soporte

La evaluación de la marcha, y más en particular el análisis de doble tarea es crucial para el diagnóstico precoz de la demencia y / o síndromes relacionados en los ancianos. Por otra parte, las perturbaciones de doble tarea podría ser un marcador específico para determinar posibles caídas en una etapa previa a la demencia. [22].

El declive cognitivo es una de las características principales en la demencia aunque los trastornos motores se describen comúnmente en etapas posteriores de la demencia, e incluyen apraxia de la marcha, bradicinesia, rigidez extrapiramidal, temblor de reposo y diversos trastornos de la marcha como marcha cautelosa o ralentización de la marcha. Existen estudios que indican que los cambios en la marcha relacionados con la demencia pueden ser usados para diagnóstico temprano de demencia y entender mejor los riesgos de caída en personas con demencia e incluso en etapas de pre-demencia [23].

En [24] se comparan sujetos con la enfermedad de Alzheimer y sujetos sanos de control y se observa que la velocidad de caminar decrementa en la enfermedad de Alzheimer de forma paralela a la severidad de la misma.

En [25] realizan un análisis de la marcha y equilibrio para pacientes con la enfermedad de Alzheimer usando sensores inerciales portables (wearable) y desarrollan algoritmos para obtener medidas cuantitativas de los mismos.

Las anormalidades en la marcha y variabilidad no son exclusivas de la enfermedad de Alzheimer, pero pueden ser predictores independientes para el diagnóstico potencial de la enfermedad de Alzheimer [26].

El algoritmo de análisis de la marcha propuesto en [25] consiste en la detección del paso seguido por la descomposición del ciclo de la marcha, para descomponer el ciclo de la marcha en períodos de apoyo y balanceo y adquirir varios parámetros de la marcha. El algoritmo del análisis del equilibrio se aplica al centro de masa (center of mass COM), la adquisición de la velocidad de balanceo del cuerpo en direcciones anterior-posterior (AP) y medio-lateral (ML).

En el estudio del análisis de la marcha, participaron 71 personas, 21 con enfermedad de Alzheimer y 50 sujetos de control y para el estudio del análisis del equilibrio, participaron 50 personas elegidos de los 71 participantes en el primer estudio 21 sujetos con enfermedad de Alzheimer y 29 sujetos de control, adicionalmente se utilizaron dos pruebas neuropsicológicas para evaluar la disfunción cognitiva y la pérdida de memoria en todos. Las cuales fueron:

- Mini-Mental State Examination (MMSE)
- Cognitive Assesment Screening Instrument (CASI)

IV. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo tiene varias vertientes, el objetivo principal de la misma es preservar a la medida de lo posible la calidad de vida de los enfermos de Alzheimer, sus cuidadores y sus familiares.

Este objetivo se pretende cumplir mediante el monitoreo y seguimiento continuo del enfermo. La propuesta que se está realizando es definir una arquitectura con los siguientes elementos:

1. Detección de deambulaci3n, por medio del an3lisis de trayectorias y se realizar3 en interiores, la intenci3n es poder identificar si en alg3n momento puede estar deambulando el enfermo en su casa, como podr3a ser en horas inadecuadas, con luces apagadas donde tendr3a una mayor probabilidad de sufrir un accidente, El an3lisis de la deambulaci3n va de la mano con la detecci3n de ca3das, ya que la deambulaci3n aumenta la probabilidad de ca3das.
2. Detecci3n de Ca3das o p3rdida de equilibrio, se realizar3 mediante el uso de aceler3metros y giroscopios y se realizar3 en todo momento, tanto en interiores como en exteriores.
3. Detecci3n de Progresi3n de la enfermedad, el objetivo de este rubro es tratar de identificar cuando el enfermo con Alzheimer, ya no puede valerse por s3 mismo y requiere del apoyo de otras personas para realizar sus actividades diarias, 3ste cambio lo localizamos entre la cuarta y quinta etapa de la escala de deterioro global (GDS) antes descrita. Para poder detectar este momento se contempla el seguimiento del enfermo para identificar progresi3n en deambulaci3n, en p3rdidas de equilibrio o ca3das, cambio en sus patrones diarios de comportamiento, detecci3n de aislamiento social identificando que el enfermo pasa m3s tiempo en su habitaci3n o inm3vil, entre otras.
4. Detecci3n de Posibles Extrav3os. La detecci3n de posibles extrav3os se pretende realizar con la identificaci3n de que el enfermo se encuentre fuera de su domicilio, sensando autom3ticamente cuando el enfermo salga de su casa y marcando un radio de seguridad del enfermo de 250 metros de radio alrededor de su casa.
5. Desarrollo de Aplicaci3n para dispositivo M3vil. Para adquisici3n de datos y env3o de notificaciones y recomendaciones. Dicha aplicaci3n requerir3 enviar a la base de datos en la nube, la captura de informaci3n de los diferentes sensores y dispositivos, a su vez deber3 mostrar la respuesta del sistema Recomendador, tanto al enfermo, como a sus cuidadores y familiares.
6. Big data, Adquisici3n, Limpieza, transformaci3n, Procesado y An3lisis de Datos.
7. Desarrollo de un Sistema Recomendador del tipo Evento-Condici3n-Acci3n (ECA) para dar respuestas oportunas y que se adec3en a las necesidades del enfermo.

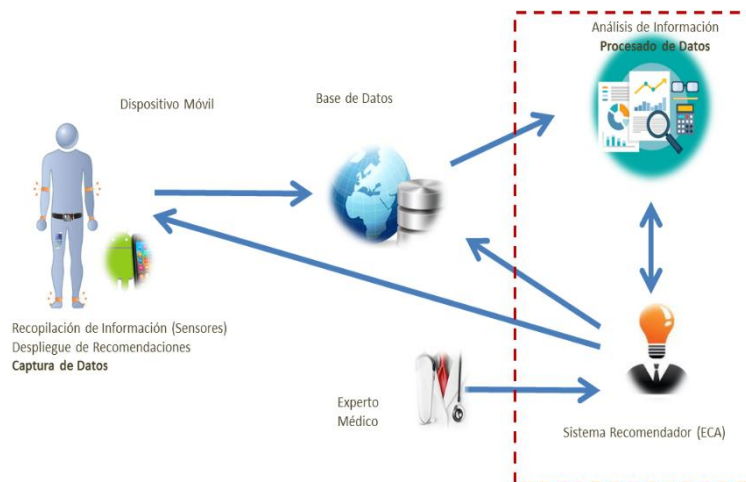
V. METODOLOG3A

El proceso que se pretende seguir para llevar a cabo el trabajo es el siguiente:

1. Recopilaci3n de Datos mediante una red de sensores

2. Envío de datos mediante dispositivo móvil.
3. Almacenamiento de Datos Big data
4. Limpieza de datos, transformación, procesamiento y análisis de la información, utilizando técnicas de minería de datos, y técnicas estadísticas.
5. Integrar información al recomendador por parte de los expertos médicos
6. Proporcionar información analizada al recomendador el cual emitirá las recomendaciones adecuadas dependiendo de la situación correspondiente.
7. Envío de respuesta al dispositivo móvil del enfermo, cuidadores, familiares y realizar un registro de las recomendaciones emitidas en la base de datos.

Dicho proceso se muestra por medio del siguiente esquema:



VI. RESULTADOS ACTUALES

El trabajo se encuentra en etapas iniciales, se han encontrado e identificado los sensores que se podrían utilizar en la adquisición de datos, se identificaron posibles variables que se podrían medir y analizar, se tiene contemplado la ubicación de donde se almacenaran los datos (Bigdata) y se consiguió el clúster de la Universidad Politécnica de Cataluña para poder procesar y analizar la información de manera rápida y eficiente, actualmente se está desarrollando una aplicación para dispositivos móviles la cual servirá para el envío de datos y donde llegaran las respuestas del Recomendador, se está gestionando el apoyo del Instituto Nacional de Neurología para la validación del experimento y apoyar con enfermos de Alzheimer de prueba para la recopilación de datos.

La información que hasta el momento se ha pensado que se requiere de los enfermos es la siguiente:

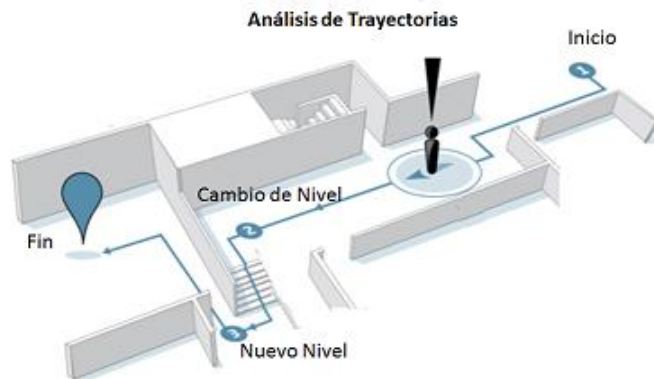
- Fecha de Nacimiento (dd/mm/aaaa).

- Sexo (M/F).
- Peso (kg).
- Altura (m).
- Ubicación del domicilio.
- Etiquetado del domicilio por medio de etiquetas RFID, NFC o de algún otro tipo

La información que se espera obtener, los sensores involucrados que se estiman utilizar y que se espera medir en el Análisis de Trayectorias es el siguiente:

Sensores:

- Dispositivo Móvil que cuente con acelerómetro triaxial, giroscopio, podómetro, brújula, sensor NFC.
- Uso de pulseras o algún otro dispositivo que pueda tener el enfermo en todo momento.
- Un par de etiquetas NFC en las diferentes puertas de las habitaciones del domicilio. Para identificar en que habitación se encuentra la persona.



Que se espera medir:

- Inicio – Fin y ruta de la trayectoria
- Fecha y Hora de la trayectoria
- Velocidad
- Número de Pasos

Que se espera obtener:

- Patrones de comportamiento de movimientos.
- Identificación en cambios de patrones.
- Identificación de Inactividad.
- Identificación de Deambulación.
- Identificación de progresión de la enfermedad.

- Identificación que el enfermo ya no es autosuficiente.
- Identificación de habitaciones para proveer recomendaciones.

Una de las problemáticas a la que nos enfrentamos en el análisis de trayectorias en interiores es que el uso de GPS, en ocasiones es poco viable, además de la señal de GPS, se están analizando otras estrategias para detectar las trayectorias, como uso del campo magnético por medio de las brújulas de los dispositivos móviles, uso de wi-fi o bluetooth, uso de GPS Asistido (A-GPS) para triangular la información y obtener la posición de una persona por medio de la red de antenas celulares.

El sensor NFC o RFID junto con las etiquetas correspondientes nos permitirán identificar la habitación donde se encuentra el enfermo dentro del domicilio e identificar comportamientos como aislamiento social o depresión.

Por otra parte se analizará el equilibrio de las personas para la detección de probables caídas o caídas, la información que se espera obtener, los sensores involucrados y lo que se espera medir es lo siguiente:

Sensores: acelerómetro triaxial, giroscopio, se está analizando la ubicación de los mismos por el momento se piensa localizarlo en la parte posterior de la espalda, en la cintura, lo más cercano al centro de gravedad de las personas, para validar la posición del enfermo.

Que se espera medir:

- Velocidad
- Velocidad Angular



Que se espera obtener:

- Detección de pérdidas de equilibrio
- Detección de caídas
- Identificación de progresión de la enfermedad

VII. CONCLUSIONES

Hasta el momento podemos concluir que es factible llevar a cabo el experimento y que los resultados obtenidos pueden ser favorables y ayudaran a preservar la calidad de vida de los enfermos con Alzheimer, de sus cuidadores y familiares, mediante el análisis y monitoreo continuo de las personas, identificando, periodos de deambulación, detección de pérdida de equilibrio o caídas, cambios en los patrones de comportamiento, aislamiento social, identificación cuando la enfermedad ha progresado y el enfermo ya no puede valerse por sí mismo. Teniendo un sistema de

respuesta de aviso a familiares y cuidadores para atender rápido las problemáticas que se presenten, el uso de almacenamiento en la nube de tipo Bigdata, limpieza y filtrado de datos, procesamiento, análisis de información y un sistema recomendador.

El desarrollo de este trabajo nos da indicios que mediante el uso de la tecnología y demás herramientas que están a nuestro alcance podemos apoyar a los enfermos de Alzheimer y las personas que los rodean

VIII. PROBLEMAS ABIERTOS

Se debe de considerar como afrontar el problema de escalabilidad en volumen de información, ya que se tiene contemplado el monitoreo continuo y la cantidad de datos aumentará de manera significativa cuando se incorporen más personas al estudio y a medida que pase el tiempo en el que se almacene la información, los problemas pueden ser tanto de envío de información, almacenamiento, análisis y procesamiento. Se debe de identificar cual es la mejor técnica para identificar la ubicación de la persona en los domicilios, esto es que tecnologías como el GPS no son factibles.

Se deben de analizar los datos en busca de patrones de trayectorias, para identificar posibles cambios en los comportamientos de las personas, los cuales pueden dar indicios del avance o progreso de la enfermedad. Como puede ser el deambular el cual aumenta la posibilidad de una caída, o el aislamiento entre otros.

Se requiere el uso de sensores no intrusivos para no afectar a la vida diaria de los enfermos y que se encuentren sensando en todo momento, como acelerómetros y giroscopios para detectar posibles caídas donde nos encontraremos con problemas de batería, comunicación, etc.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Perry, J., & Burnfield, J. M. (1992). Gait analysis: normal and pathological function.
- [2] Cipriani, G., Lucetti, C., Nuti, A., & Danti, S. (2014). Wandering and dementia. *Psychogeriatrics*, 14(2), 135-142.
- [3] Martino-Saltzman D, Blasch BB, Morris RD, McNeal LW. Travel behavior of nursing home residents perceived as wanderers and nonwanderers. *Gerontologist* 1991; 31: 666-672.
- [4] Lai CK, Arthur DG. Wandering behaviour in people with dementia [Review]. *J Adv Nurs* 2003; 44: 173-182.
- [5] Kavcic V, Duffy CJ. Attentional dynamics and visual perception: mechanisms of spatial disorientation in Alzheimer's disease. *Brain* 2003; 126: 1173-1181.
- [6] Tetewsky SJ, Duffy CJ. Visual loss and getting lost in Alzheimer's disease. *Neurology* 1999; 52: 958-965.
- [7] Rolland Y, Payoux P, Lauwers-Cances V, Voisin T, Esquerre JP, Vellas B. A SPECT study of wandering behavior in Alzheimer's disease. *Int J Geriatr Psychiatry* 2005; 20: 816-820.

- [8] Colombo M, Vitali S, Cairati M et al. Wanderers: features, findings, issues. *Arch Gerontol Geriatr Suppl* 2001; 7: 99–106.
- [9] Wick JY, Zanni GR. Aimless excursions: wandering in the elderly. *Consult Pharm* 2006; 21: 608–612, 615–618
- [10] Holtzer R, Tang MX, Devanand DP et al. Psychopathological features in Alzheimer's disease: course and relationship with cognitive status. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 953–960.
- [11] Klein DA, Steinberg M, Galik E et al. Wandering behaviour in community-residing persons with dementia. *Int J Geriatr Psychiatry* 1999; 14: 272–279.
- [12] Salzman, B. (2010). Gait and balance disorders in older adults. *Am Fam Physician*, 82(1), 61-68.
- [13] Joe Verghese, Cuiling Wang, Richard B Lipton, Roe Holtzer, and Xiaonan Xue, Quantitative gait dysfunction and risk of cognitive decline and dementia *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2007 Sep; 78(9): 929–935
- [14] Cummings, Jeffry L. (2003). *The neuropsychiatry of Alzheimer's Disease and related dementia*. London: Martin Dunitz Ltd.
- [15] Uphold, C.R., Graham, M.V. (2003). *Clinical guidelines in family practice* (4th ed.). Gainesville, Florida: Barmarrae Books, Inc.
- [16] <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/Default.aspx?t=mdemo118&s=est&c=17519> visitada 10 de Abril de 2016
- [17] <http://www.gob.mx/salud/articulos/infografia-alzheimer> visitada 10 Abril 2016 visitada 15 de Abril de 2016
- [18] http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/graficas_temas/piramides/graf/2010.html?s=est&c=35636 visitada 15 de Abril de 2016
- [19] Pavón Robelo, T. D. J. (2006). *Enfermedad de Alzheimer*.
- [20] Kopelman MD. The 'new' and the 'old': components of the anterograde and retrograde memory loss in Korsakoff and Alzheimer patients. In Squire LR, Butters N, eds. *Neuropsychology of memory*. 2 ed. New York: The Guilford Press; 1992. p. 130-43.
- [21] Sánchez-Delacruz, E., Acosta-Escalante, F., Wister, M. A., Hernández-Nolasco, J. A., Pancardo, P., & Méndez-Castillo, J. J. (2014, December). Gait Recognition in the Classification of Neurodegenerative Diseases. In *International Conference on Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence* (pp. 128-135). Springer International Publishing.
- [22] Beauchet, O., Allali, G., Berrut, G., Hommet, C., Dubost, V., & Assal, F. (2008). Gait analysis in demented subjects: Interests and perspectives. *Neuropsychiatric disease and treatment*, 4(1A), 155.
- [23] Morgan, D., Funk, M., Crossley, M., Basran, J., Kirk, A., & Dal Bello-Haas, V. (2007). The potential of gait analysis to contribute to differential diagnosis of early stage dementia: Current research and future directions. *Canadian Journal on Aging/La Revue canadienne du vieillissement*, 26(01), 19-32.
- [24] van Iersel, M. B., Hoefsloot, W., Munneke, M., Bloem, B. R., & Rikkert, M. M. O. (2004). Systematic review of quantitative clinical gait analysis in patients with dementia. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 37(1), 27-32.
- [25] Hsu, Y. L., Chung, P. C., Wang, W. H., Pai, M. C., Wang, C. Y., Lin, C. W., ... & Wang, J. S. (2014). Gait and balance analysis for patients with Alzheimer's disease using an inertial-sensor-based wearable instrument. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 18(6), 1822-1830.
- [26] S. Marquis, M. M. Moore, D. B. Howieson, G. Sexton, H. Payami, J. A. Kaye, and R. Camicioli, "Independent predictors of cognitive decline in healthy elderly persons," *Archives Neurol.*, vol. 59, no. 4, pp. 601–606, 2002.
- [27] Prince, M. J. (2015). *World Alzheimer Report 2015: The Global Impact of Dementia: an Analysis of Prevalence, Incidence, Cost and Trends*.
- [28] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs362/en/> visitada 28 de Septiembre de 2016.
- [29] McGrath, M. J., & Scanail, C. N. (2013). *Sensor Technologies: Healthcare, Wellness and Environmental Applications*. Apress.
- [30] Rueterbories, J., Spaich, E. G., Larsen, B., & Andersen, O. K. (2010). Methods for gait event detection and analysis in ambulatory systems. *Medical engineering & physics*, 32(6), 545-552.
- [31] Gallagher, S. (2014). *Smartphone Sensor Data Mining for Gait Abnormality Detection*.
- [32] Ko, C. Y., Leu, F. Y., & Lin, I. T. (2014, November). A wandering path tracking and fall detection system for people with dementia. In *Broadband and Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA), 2014 Ninth International Conference on* (pp. 306-311). IEEE.
- [33] M.E. Pollack, "Intelligent technology for an aging population: The use of AI to assist elders with cognitive impairment," *AI Magazine*, vol. 26, no. 2, summer 2005, pp. 9–24.

- [34] [2] R. Laudau, G.K. Auslander, S. Werner, N. Shoval and J. Heinik, "Families' and professional caregivers' views of using advanced technology to track people with dementia," *Qualitative Health Research*, vol. 20, no. 3, March 2010, pp. 409–419.
- [35] L.E. Hebert, J. Weuve, P.A. Scherr and D.A. Evans, "Alzheimer disease in the United States (2010–2050) estimated using the 2010 census," *Neurology*, vol. 80, no. 9, February 2013, pp. 1778–1783.
- [36] Qassem, T. (2015). Emerging Technologies for Dementia Patient Monitoring. *Advanced Technological Solutions for E-Health and Dementia Patient Monitoring*, 62.
- [37] Ciobanu, R. I., & Dobre, C. (2015). Employing Opportunistic Networks in Dementia Patient Monitoring. In *Advanced Technological Solutions for E-Health and Dementia Patient Monitoring*. Ch. 5 (pp. 106-136). IGI Global Hershey, PA.

Detección y seguimiento de enfermedades de Huntington y Ataxia Espinocerebelosa, mediante la caracterización de la marcha con sensores de movimiento.

Mtro. Elías Beltrán Naturi
Doctorado Interinstitucional en Ciencias de la Computación
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
nathury@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

La marcha de las personas está caracterizada por movimientos de los músculos que determinan variables como su postura, balance, suavidad o rapidez del movimiento de sus extremidades. En áreas como la medicina es de particular importancia el estudio de las afectaciones que las enfermedades neurodegenerativas o el envejecimiento pueden ocasionar en la marcha. La detección de tales afectaciones, implica la identificación de patrones del movimiento que permitan distinguir los marcadores biológicos específicos de cada enfermedad.

El uso de tecnologías convencionales como los encefalogramas, permiten la identificación y el diagnóstico de estas enfermedades, sin embargo requiere que el paciente acuda a una evaluación al centro de tratamiento específico lo que no permite la detección oportuna de la enfermedad. Además de que este diagnóstico está basado en la observación del paciente por parte del especialista y por lo mismo está propensa a errores.

EL diagnóstico y seguimiento oportuno requiere de un monitoreo continuo, en el lugar donde se encuentra habitualmente la persona (in situ), lo que requiere el uso de una tecnología portable, que sea lo menos intrusiva posible. El uso de sensores de movimiento cumple con estos requisitos y está ampliamente abordado en la literatura reciente en la clasificación de enfermedades, por lo que el diagnóstico y seguimiento oportunos es un área de oportunidad.

El estudio de las enfermedades de Huntington (HD) y Ataxias Espinocerebelosas (AD) es de particular interés, ya que existen muy pocos resultados y aún no son satisfactorios. Los instrumentos y experimentos necesarios para la realización de estos estudios requieren de un diseño cuidadoso, que tenga en cuenta la caracterización específica de cada una de ellas y que no afecte la marcha. El reto específico en el diagnóstico de estas dos enfermedades es descubrir lo más temprano posible su diferenciación, ya que en principio sus afectaciones en la marcha son muy similares en las primeras etapas de la enfermedad.

El propósito de este trabajo es el de proporcionar apoyo tecnológico en el diagnóstico y seguimiento oportuno de estas enfermedades, mediante la identificación de los parámetros específicos que permitan la captura de datos de sensores de

movimiento, la clasificación de personas con estas enfermedades y finalmente su detección temprana.

II. MARCO TEÓRICO

La marcha es definida como una serie de movimientos alternos y rítmicos de las extremidades y del tronco, que determinan el desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad para moverse de un lugar a otro, con bajo esfuerzo y un mínimo consumo energético. El análisis cualitativo y cuantitativo de las características y parámetros de la marcha se asocian con factores antropométricos, procesos o cambios normales relacionados con el envejecimiento, o como consecuencia de alteraciones biomecánicas a causa de diferentes patologías; estos cambios pueden ser permanentes o temporales [4], [1]. Las enfermedades neurodegenerativas, provocan cambios anormales o alteraciones en los patrones de la marcha de quienes la padecen, estas se van acentuando con el transcurso del tiempo hasta que el paciente no es capaz de desplazarse por sí solo.

Huntington es una enfermedad genética cerebral neurodegenerativa progresiva que afecta a la coordinación muscular y conduce a deterioro cognitivo y problemas psiquiátricos, produce cambios físicos, mentales y emocionales. Las personas afectadas por la enfermedad presentan problemas como son: movimientos incontrolados, una creciente falta de coordinación, espasmos u otros movimientos que dificultan el caminar, hablar o comer [17].

En la fase inicial de la enfermedad se presentan movimientos involuntarios y corea (movimientos espasmódicos), posteriormente aparece la bradicinesia (lentitud de movimiento) especialmente en tareas secuenciales o simultáneas. Con la evolución de la enfermedad surgen otros signos motores como la rigidez, dístonia (contracciones sostenidas del musculo), acinesia (déficit iniciación del movimiento), inestabilidad postural, hipocinesia (actividad motora anormal disminuida) y trastornos de la marcha [6], [13], [7]. la marcha en pacientes con HD presentan alteraciones al observarse desequilibrio en la postura y desplazamiento, tendencia del deslizamiento en zigzag, ampliación del polígono de soporte, pérdida de movimientos asociados a los brazos, dificultades en los giros en U y una velocidad variable [5], [11].

La Ataxia espinocerebelosa (AD) es una enfermedad autosómica recesiva dominante neurodegenerativa, produce alteración o pérdida de control motor del movimiento. Esta se caracteriza por una menor debilidad muscular progresiva en las extremidades, arreflexia, disminución vibratoria, sensación propioceptiva, desequilibrio y la marcha ataxia [18]. Los enfermos presentan desordenes del movimiento [14]; las alteraciones en la marcha se caracterizan por: la inestabilidad, la reducción de la longitud de zancada, disminución de la velocidad de la marcha, el aumento de la variabilidad de andar y trastornos del equilibrio [9].

Las alteraciones de la marcha y las alteraciones son claramente visibles en etapas avanzadas de la enfermedad. Debido a que presentan diversos síntomas y su lenta progresión es muy difícil encontrar un instrumento fiable para medir los cambios en los síntomas a lo largo del tiempo [8]. La Ataxia se puede presentar en otras enfermedades con lo son el HD; por lo que comparte mecanismos patogénicos comunes en trastornos

del movimiento, oculomotores y demencia. La variabilidad de la marcha es el principal un indicador del deterioro de la marcha en ambos grupos.

III. Trabajos previos en el área

La cuantificación de la marcha se realiza en laboratorios especializados que permiten medir los cambios en los patrones de la misma: por otra parte, las nuevas propuestas usando sensores portables presenta nuevas oportunidades que los laboratorios no permiten. A. A. *Grimbergen et al* [10] presenta un trabajo analizando las caídas y la marcha en 45 pacientes con principios y medianas fases de HD usando el “*GaitRite*” (Parasarela con sensores). En los pacientes analizados el 60% reporto al menos dos o más caídas y un seguimiento prospectivo el 40 % reporto al menos una caída, de estas el 72.5 % causo heridas leves. Como resultado se observa que pacientes con HD muestran una disminución de velocidad de la marcha (de 1,15 m/s hasta 1,45 m/s) y una disminución de la longitud de la zancada (de 1,29 m hasta 1,52 m). Además, los que sufrieron más caídas tuvieron una mayor variabilidad de longitud en zancada con respecto a los pacientes de control. En este trabajo se demuestran que las caídas son comunes en la enfermedad de Huntington y los factores que contribuyen incluyen una combinación de déficit motor.

M.E. *Busse et al* [3] presentan una investigación acerca de la movilidad y las caídas con 24 pacientes (*fallers*, *no fallers*), con HD confirmada y que presentan alteraciones locomotoras. Para obtener medidas de recorridos largos se usó un contador de pasos, el Step Activity monitor (SAM, Cymantech seattle Washington). Se encontró que el grupo de *fallers* con respecto a los *no fallers* existen diferencias significativas en la reducción de más de un 50 % de la cantidad de pasos, mientras que los pasos por minutos se reduce en un 33 % y la velocidad de la marcha en un 22%. También encuentra que los valores de la marcha de pruebas en escalas clínicas también reducen para el grupo de *fallers*.

Los sensores inerciales portátiles se pueden utilizar para analizar la actividad física humana durante períodos prolongados de tiempo y con la incomodidad del sujeto mínima, por lo que A. *Mannini* [12] presenta un trabajo usando Unidades de medición inercial (IMUS). El trabajo está enfocado en proponer y validar un marco de aprendizaje automático de las características de las diversas posturas patológicas con los datos de IMU usando Modelos Ocultos de Markov (HMM) para reconocer las patologías y máquinas de soporte vectorial(SVM) para reconocer alteraciones de la marcha. Se consideran varios tipos de pacientes incluyendo HD. Los resultados que obtuvieron al clasificar a los pacientes fue un reconocimiento global fue del 71,7%. La inclusión del conjunto completo de características de pacientes dio lugar a una precisión de clasificación del 73,3%. Después se aplicó el SVM, mediante el uso de todas las características, entonces observó que el 90,5 % de los sujetos fueron clasificados correctamente.

En relación con la Ataxia, J. *Step- henson et al.* [18] realizaron un estudio para analizar objetivamente la marcha y el equilibrio en adultos con AD, para describir su patrón de marcha y para determinar si existe una correlación entre el deterioro equilibrio y la ataxia de la marcha. Los datos se recolectaron realizando caminatas

cómodas y rápidas de los cuales en observo que la velocidad de la marcha se reduce en 50% para los enfermos y la cadencia se reduce en un 32.5%. Por otro lado, las zancadas fueron 32 % más cortas con un promedio de variabilidad del 3.4 a 2.7. Se observó que los sujetos con AD mostraron un doble apoyo sobre algunos de sus miembros en 31% en la marcha cómoda y 23% en la marcha rápida, mientras que el grupo de control (personas saludables) registró 22% y 16% respectivamente. Aquí se demuestra que enfermos con AD tienen significativamente pasos más cortos con una cadencia reducida; se disminuye la velocidad y la longitud de la zancada.

En [19] S. Subramony presenta una investigación utilizando un acelerómetro en pacientes con AD para determinar la viabilidad de la evaluación de la marcha basado en casa. Se usó el monitor de pasos SAM (Cyma Inc. Seattle, EE.UU.; 6.5x5x1.5 cm, 65 g); para estimar la actividad de pasos. Las salidas obtenidas del SAM durante un período de 7 días muestran que los sujetos no eran ambulatorios cerca del 80% del tiempo que llevaban el brazalete en su casa. Menos del 5% del tiempo total se pasó a velocidades de moderadas a altas, se encontró que casi el 48,8% de los pasos que se lograron fueron a velocidades moderadas o altas y el resto a velocidad lenta; se obtuvo una velocidad media de paso de 9,29 por minuto (cadencia). Se identificó que el número de pasos diarios en los pacientes era extremadamente variable. Por lo tanto, SAM es una forma barata, sencilla y objetiva para la obtención de parámetros de la marcha en pacientes ambulatorios. Las medidas de SAM parecen tener validez comparado con las pruebas de laboratorio y es útil para mediciones a largo plazo para evitar variaciones en el rendimiento relacionados con la fatiga, la motivación, las instrucciones del examinador, etc.

En el trabajo [15] de Shirai *et al.* identifica diversas posiciones de acelerómetros para identificar zonas de recolección de información de la marcha en pacientes con AD. Se usan un acelerómetro colocado en el cuerpo del paciente según se menciona: X para media/lateral (ML), Y en sentido vertical (VT) y Z en anterior y posterior (AP). Como resultado se encontró que la amplitud media y el coeficiente de variación (CV) de la marcha recta mostraron una correlación más alta con parámetros de la marcha y la amplitud promedio de ML (superior de la espalda) y el CV de la FP (parte superior) se correlaciona significativamente con la gravedad de la mayoría de la enfermedad. Se comparó la amplitud media de ML (superior de la espalda) y el CV de la FP (parte superior) de los pacientes, en donde la amplitud media de ML (parte superior) de los pacientes fue significativo. Los resultados sugieren que un biomarcador fisiológico para la ataxia espinocerebelosa puede ser colocados en la amplitud media de ML (parte superior) durante la marcha recta. Por otra parte, se determinó que las posiciones superiores de ML y VT producen menos variaciones en los resultados.

IV. Objetivos de la investigación

Identificar la caracterización de los parámetros de la marcha seleccionándolos y clasificándolos en acorde la enfermedad de Huntington y Ataxia para una detección temprana de la enfermedad, así como el diseño de herramientas tecnológicas que ayuden al seguimiento de la enfermedad para preservar la calidad de vida de los pacientes en las diversas etapas de evolución.

V. Metodología

Para desarrollar el trabajo de investigación se dividió en las siguientes fases:

- detectar, analizar, y evaluar de métodos que permitan la caracterización de los patrones de marcha, que sean capaces de determinar una enfermedad neurodegenerativa como es Huntington o Ataxia.
- Identificar y construir las herramientas necesarias para recolectar la información de la marcha in situ y del ambiente en el que se desenvuelve el paciente.
- Identificar algoritmos óptimos que permitan seleccionar y clasificar los patrones de la marcha, para identificar los cambios a lo largo de la enfermedad para la asistencia a los pacientes.
- Modelar la infraestructura tecnológica y funcional que permita la interacción del paciente, especialista y asistente, para un seguimiento y preservación de la calidad de vida del paciente.

VI. Resultados actuales (avance)

Los trabajos presentados en [8], [7], [18], [7] usan herramientas que se emplean en lugares controlados y bajo supervisor física de un experto, por lo tanto, la información que recolecte también se verán afectados por agentes ajenos a la enfermedad; por otro lado, en análisis e interpretación de la información debe realizarse por un experto para poder determinar resultados de valor para los pacientes; de este modo no es posible retroalimentar continuamente al paciente según el avance puntual de la enfermedad.

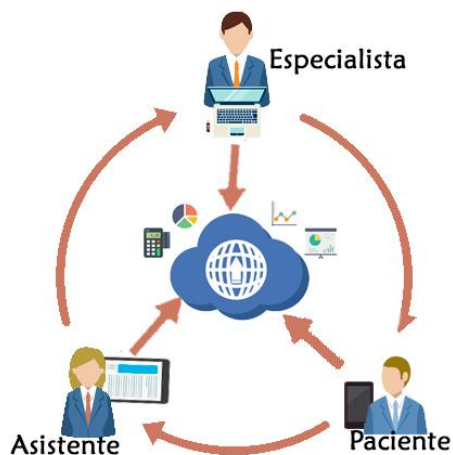
La tecnología contadora de pasos SAM [3], [19], suele ser sencilla y portable cuando se requiere facilitar el seguimiento de la marcha, lo que representa una gran ventaja a las anteriores, porque pueden ser utilizadas en el ambiente natural de cada paciente, sin que se sientan observados ni intimidados, además resulta más cómodo. La gran desventaja es su sencillez, solo permite obtener parámetros relacionados con la velocidad, cantidad de pasos y amplitud del paso. Por otra parte, la información recolectada podría ser alterada por otros síntomas de la enfermedad y ser interpretado como paso e inflar el registro del conteo alterando el resultado de las pruebas, en [16] se indica que no es posible evaluar de manera clara y general la habilidad de andar de un sujeto con este dispositivo, por lo que es importante incluir nuevos criterios de evaluación y clasificación debido a que la marcha es única de cada individuo.

El uso de sensores portables como biomarcadores permite mejorar la forma de analizar los patrones de marcha, y juegan un papel importante para probar el resultado de tratamientos nuevos que se llevan a cabo con ensayos clínicos y seguimiento de las enfermedades neurodegenerativas. Su portabilidad, no invasividad y la capacidad de ser integrado con otras tecnologías lo vuelven un mecanismo idóneo para la caracterización de parámetros de la marcha, su portabilidad permite usarlos en ambientes habituales del paciente. Por otra parte, en [12] muestra la posibilidad de

reconocer patrones patológicos relacionados con la marcha basados en la postura en diversos grupos patológicos.

Por lo tanto, combinar diversas tecnologías permite la generación de un marco de trabajo en los que interactúen paciente, asistente y especialista para tener un seguimiento más acertado de la enfermedad y ayudar al paciente a preservar su calidad de vida durante las etapas de la misma. Para lo anterior es necesario integrar un conjunto de tecnologías que permitan monitorizar y caracterizar los patrones de la marcha de diversos grupos patológicos en enfermedades neurodegenerativas con el objetivo de identificar alteraciones que proporcionen indicios de la existencia de una enfermedad neurodegenerativa para determinarla, además del monitoreo continuo para el seguimiento de los cambios en los patrones de la marcha a lo largo de las diversas etapas, proporcionando información al especialista para la atención oportuna al paciente y asistente mejorando el seguimiento de la atención a los enfermos.

El diseño de la propuesta debe permitir:



4Solución tecnológica.

- Censar los parámetros de la marcha con y enviarlos un repositorio de almacenamiento.
- Los datos recolectados serán computados para identificar las anomalías y clasificarlas en una enfermedad en específica o bien identificar cambios en la marcha, el resultado se enviará al especialista.
- El especialista analizará la información recibida, y determinará acciones para el seguimiento adecuado del paciente, los cuales podrán ser revisadas por el asistente y el enfermo.
- El asistente ayudará al paciente en las indicaciones médicas e informará cualquier anomalía, este puede ser útil en pacientes con la enfermedad avanzada.

Las diversas alteraciones causadas por las enfermedades de HD y AD, no permiten usar técnicas que se usarían para personas saludables, por lo tanto, se identificaron los métodos para validar la información y la correcta cuantificación. Se han registrado diversos enfoques para cuantificar la marcha, autores ponen su enfoque en el uso de la velocidad lineal para calcular la velocidad de la marcha, la longitud de la zancada y el paso, la variabilidad del paso y la zancada, la cadencia dada en pasos por minutos y el tiempo que se tardan en completar el ciclo de marcha. Otros enfoques ponen su enfoque en encontrar el contacto inicial de la marcha, mientras que otros también consideran el contacto final para encontrar anomalías. Por tal motivo se recolectó información de pacientes usando múltiples sensores en diversas posiciones para formar un Dataset en el cual se realizarán pruebas.

Por lo que se han encontrado tres métodos que son de importancia. El primero se basa en encontrar eventos de la marcha estimando la longitud del paso promedio basado en la aceleración anterior y posterior del acelerómetro usando la técnica de detección de picos para encontrar el contacto inicial [23]. El segundo se basa en la estimación del paso con la aceleración normal del sensor usando la técnica suma de ventanas deslizantes [24]. El último método se basa en la detección de eventos de la marcha usando la aceleración vertical del biomarcador con valores mínimos y máximo [25]. Estos métodos fueron probados en [26] usando un solo acelerómetro con diversos pacientes. El Dataset obtenido contiene información de varios sensores, por lo que se deben implementar estos métodos para indagar su efectividad con las enfermedades objetivo.

Es común que los pacientes conforme avanza la enfermedad les sea difícil mantener la dirección lineal durante el desplazamiento que se asocia al síntoma de corea y el “andar del borracho”; para identificar las variaciones del desplazamiento en línea recta se han identificado cuatro métodos que se basan en la velocidad angular del acelerómetro [1] considerando el ciclo de la marcha y la fase de balanceo, para la investigación es importante encontrar si existen patrones de variabilidad en grupo de Huntington y Ataxias que puedan indicar algún síntoma de estas enfermedades.

Por otro lado, para cuantificar la estabilidad de la postura, diversos enfoques proponen el uso de la velocidad angular del giroscopio, la finalidad de saber que tanto afecta esto a cada una de las personas principalmente para evitar las caídas. En [28] presenta un estudio para medir la estabilidad, haciendo tareas específicas y no en la marcha libre, porque para este trabajo se plantea encontrar elementos que permitan indicar parámetros de incremento de la oscilación que se relaciona directamente con la amplitud del soporte y pérdida del equilibrio durante la marcha.

VII. Conclusiones intermedias

El uso de sensores portables facilita la recolección de la información para la evaluación y cuantificación de los patrones de la marcha en enfermedades de AD y

HD. Estos presentan la ventaja de poder recolectar la información de los pacientes desde sus hogares y vida cotidiana, sin sentirse observados y puede ser integrados en conjunto con otras tecnologías para diseñar sistemas especializados de monitoreo y seguimiento de las enfermedades que faciliten al especialista una observación continua de la enfermedad y proporcione una atención oportuna a los pacientes desde la identificación de la enfermedad.

El cambio en la marcha de los enfermos hace que la evaluación sea compleja de realizar porque se deben tomar en cuenta los parámetros de los síntomas y anormalidades que se presentan según el grado de la enfermedad, por tal motivo es importante realizar la selección de los métodos correctos para cuantificar los parámetros de la marcha tomando en cuenta los métodos propuesto para enfermos usando información de los pacientes con las enfermedades HD y AD. Por otra parte, es necesario evaluar otros elementos que no forman parte de los parámetros del ciclo de la marcha, pero afectan el desplazamiento y que provocan accidentes en los enfermos.

VIII. Problemas abiertos

Dado los diversos síntomas que presentan los pacientes es necesario hacer un análisis de los métodos y técnicas para cuantificar la marcha que se emplean en personas sanas y puedan ser usados en enfermos; por lo tanto, es necesario determinar:

- Cuáles son los métodos correctos para verificar la validez de la información recolectada para su correcta interpretación.
- Principales diferencias entre los resultados de las técnicas aplicadas a los pacientes y personas saludables.
- Métodos eficientes para poder seleccionar los patrones correctos para cada enfermedad.
- La estructura idónea de un conjunto de tecnologías que permitan dar soporte a la propuesta.

REFERENCIAS

- [1] A. I. Agudelo, T. J. Briñez, V. Guarín, and J. P. Ruiz, "Marcha: descripción, métodos, herramientas de evaluación y parámetros de normalidad reportados en la literatura," *CES Movimiento y Salud*, vol. 1, no. 1, pp. 29—43, 2013.
- [2] J. L. Alberts, J. R. Hirsch, M. M. Koop, D. D. Schindler, D. E. Kana, S. M. Linder, S. Campbell, and A. K. Thota, "Using Accelerometer and Gyroscopic Measures to Quantify Postural Stability," *Journal of Athletic Training*, vol. 50, no. 6, pp. 578-588, jun 2015.
- [3] M. E. Busse, C. M. Wiles, and A. E. Rosser, "Mobility and falls in people with Huntington's disease." *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, vol. 80, no. 1, pp. 88-90, jan 2009.
- [4] C. Cifuentes, F. Martínez, and E. Romero, "ANÁLISIS TEÓRICO Y COMPUTACIONAL DE LA MARCHA NORMAL Y PATOLÓGICA : UNA REVISIÓN Resumen THEORETICAL AND COMPUTATIONAL ANALYSIS OF NORMAL AND PATHOLOGICAL GAIT : A REVIEW

Abstract ANÁLISE TEÓRICA E COMPUTACIONAL DO MARCHA NORMAL E PATOLÓGICO : UMA REVISÃO," *Revista med*, vol. 18, no. 2, pp. 182-196, 2010.

- [5] T. Cruickshank, A. Reyes, L. Peñailillo, J. Thompson, and M. Ziman, "Factors that contribute to balance and mobility impairments in individuals with Huntington's disease," *Basal Ganglia*, vol. 4, no. 2, pp. 67-70, 2014.
- [6] A. Delval and P. Krystkowiak, "Locomotion et maladie de Huntington," pp. 213-220, 2010.
- [7] R. Du, "Impact of Carylolanemagnolol on Gait and Functional Mobility on Individuals with Huntington's Disease," *Du Trop J Pharm Res Tropical Journal of Pharmaceutical Research Journal Citation Reports Science Edition*, vol. 14, no. 149, pp. 1713-1717, 2015.
- [8] A. Fasano, J. Herzog, J. Raethjen, F. E. M. Rose, M. Muthuraman, J. Volkmann, D. Falk, R. Elble, and G. Deuschl, "Gait ataxia in essential tremor is differentially modulated by thalamic stimulation," *Brain*, vol. 133, no. 12, pp. 3635-3648, dec 2010.
- [9] P. J. Garcia Ruiz, D. Mayo, J. Hernandez, S. Cantarero, and C. Ayuso, "Movement disorders in hereditary ataxias," *Journal of the Neurological Sciences*, vol. 202, no. 1-2, pp. 59-64, oct 2002.
- [10] Y. M. A. Grimbergen, M. J. Knol, B. R. Bloem, B. P. H. Kremer, R. A. C. Roos, and M. Munneke, "Falls and gait disturbances in Huntington's disease," *Movement Disorders*, vol. 23, no. 7, pp. 970-976, 2008.
- [11] H. S. Group, "Unified Huntington's Disease Rating Scale: Reliability and Consistency," *Movement Disorders*, vol. 1, no. 2, pp. 136-142, 1996.
- [12] A. Mannini, D. Trojaniello, A. Cereatti, and A. M. Sabatini, "A machine learning framework for gait classification using inertial sensors: Application to elderly, post-stroke and huntington's disease patients," *Sensors (Switzerland)*, vol. 16, no. 1, 2016.
- [13] Mark Gudesblatt, MD and D. Tarsy, "Huntington's Disease : A Clinical Review," *NEUROLOG REVIEWS*, vol. 19, no. May, pp. s1-s8, 2011.
- [14] L. Schols, S. Peters, S. Szymanski, R. Krüger, S. Lange, C. Hardt, O. Riess, and H. Przuntek, "Extrapyramidal motor signs in degenerative ataxias." *Archives of neurology*, vol. 57, no. 10, pp. 1495-500, oct 2000.
- [15] S. Shirai, I. Yabe, M. Matsushima, Y. M. Ito, M. Yoneyama, and H. Sasaki, "Quantitative evaluation of gait ataxia by accelerometers." *Journal of the neurological sciences*, vol. 358, no. 1-2, pp. 253-8, nov 2015.
- [16] T. Shirakawa, M. Kamiura, A. Takagi, and H. Sato, "Analysis for the Gait Patterns of Healthy Subjects During March," *Procedia - Procedia Computer Science*, vol. 24, pp. 167-174, 2013.
- [17] M. Singh, M. Singh, and I. Engineering, "Neuro- Degenerative Disease Diagnosis using Human Gait : A Review," vol. 7, no. 1, pp. 16-20, 2013.
- [18] J. Stephenson, T. Zesiewicz, C. Gooch, L. Wecker, K. Sullivan, I. Jahan, and S. H. Kim, "Gait and balance in adults with Friedreich's ataxia." *Gait & posture*, vol. 41, no. 2, pp. 603-7, feb 2015.
- [19] S. H. Subramony, S. Kedar, E. Murray, E. Protas, H. Xu, T. Ashizawa, and A. Tan, "Objective home-based gait assessment in spinocerebellar ataxia." *Journal of the neurological sciences*, vol. 313, no. 1-2, pp. 95-8, feb 2012.
- [20] W. Tao, T. Liu, R. Zheng, and H. Feng, "Gait analysis using wearable sensors," *Sensors*, vol. 12, no. 2, pp. 22552283, 2012.
- [21] W. Tao, T. Liu, R. Zheng, H. Feng, B. Sun, Y. Wang, J. Banda, S. Sprager, and M. B. Juric, "Gait characteristic analysis and identification based on the iPhone's accelerometer and gyrometer," *Sensors (Switzerland)*, vol. 12, no. 9, pp. 17037-17054, 2014.

- [22] Y. Watanabe, "Toward Application of Immunity-based Model to Gait Recognition Using Smart Phone Sensors: A Study of Various Walking States," *Procedia Computer Science*, vol. 60, pp. 1856-1864, 2015.
- [23] Zijlstra W, Hof AL. "Assessment of spatio-temporal gait parameters from trunk accelerations during human walking." *Gait Posture* 2003;18:1–10.
- [24] Shin SH, Park CG. "Adaptive step length estimation algorithm using optimal parameters and movement status awareness". *Med Eng Phys* 2011;33:1064–71.
- [25] McCamley J, Donati M, Grimpampi E, Mazzà C. "An enhanced estimate of initial contact and final contact instants of time using lower trunk inertial sensor data". *Gait Posture*, 2012;36:2–4.
- [26] D. Trojaniello, A. Ravaschio, J. M. Hausdorff, and A. Cereatti, "Comparative assessment of different methods for the estimation of gait temporal parameters using a single inertial sensor: application to elderly, post-stroke, Parkinson's disease and Huntington's disease subjects.," *Gait Posture*, vol. 42, no. 3, pp. 310–6, 2015.
- [27] D. Trojaniello, A. Cereatti, A. Ravaschio, M. Bandettini, and U. Della Croce, "Assessment of gait direction changes during straight-ahead walking in healthy elderly and Huntington disease patients using a shank worn MIMU," *Conf. Proc. ... Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Conf.*, vol. 2014, pp. 2508–2511, 2014.
- [28] Matsushima, A., Yoshida, K., Genno, H., Murata, A., Matsuzawa, S., Nakamura, K., ... Ikeda, S. (2015). Clinical assessment of standing and gait in ataxic patients using a triaxial accelerometer. *Cerebellum & Ataxias*, (August), 1–7. <http://doi.org/10.1186/s40673-015-0028-9>

Comparative between RGB and HSV color representations for color segmentation when it is applied with artificial neural networks and evolutionary algorithms

Martín Montes Rivera¹
Alejandro Padilla Díaz²
Julio César Ponce Gallegos³

¹Universidad Politécnica de Aguascalientes martin.montes@upa.edu.mx

²Universidad Autónoma de Aguascalientes apadillarobot@gmail.com

³Universidad Autónoma de Aguascalientes julk_cpd@hotmail.com

Abstract. Classification and identification of colors in digital images is called color segmentation, which has been taken to practice by using different approaches which include since comparison ranges to artificial intelligence algorithms that process values of a specific color representation in order to classify colors. In this paper we analyze the different solutions that has been given to color segmentation and which are the advantages and disadvantages using Red, Green and Blue (RGB) representation or Hue, Saturation and Value (HSV) representation, when these color representations are used together with evolutionary algorithm specifically Genetic Algorithm (GA) or Artificial Neural Networks (ANN) as a classifying algorithm.

Keywords: Color identification, Color Spaces, Artificial Intelligence, Image Processing

1 Introduction

Human eyes distinguishes thousands of colors with its different bright intensities and together with human brain provide a remarkable skill to identify different objects. The use of this object recognition skill in digital resources like colorful software interfaces and digital media (digital photographs and videos), makes that a digital representation of colors be a neediness [1].

Digital images obtained with scanners and digital cameras have brought and entire new field in computer sciences called image and video processing and with its applications has become an interest research area [2].

Image and video processing are related to computer transformations or changes applied to digital images or videos, starting from obtain or generate the data by obtaining or creating an image or video, i.e. the generation of its digital representation.

Recently digital cameras and computer power have made possible real time transformations and computer object recognition has become a focus of interest, which uses color segmentation as a powerful descriptor for objects, i.e. the combination of different colors in a picture together with its pixel position can be successfully used as an input data for object recognition [1]. Identification of colors in pictures or videos obtained from digital cameras are possible with different techniques, which mainly differ due to the used digital representation [1].

There are several representations for digital color images but generally all of them are related to the combination of three parameters C_1 , C_2 and C_3 , which represents ordered triples in a color space and classical color identification algorithms are ranges and thresholds for this parameters i.e. are dependent functions $f(C_1, C_2, C_3)$ of the color representation [3].

Common representations for images acquired from digital cameras are RGB and Y'UV. RGB is used in digital cameras because sensory elements obtain colors with separated perception of red, green and blue colors, like in human eyes. On the other hand Y'UV color space it is commonly used because historically this space has been used in television broadcasting [4].

Despite of RGB and Y'UV are native representations directly acquired from cameras, other representations has been created in order to improve the capabilities of image processing with colors, Hue, Saturation and Intensity (HSI) and HSV are examples of no linear transformations of RGB and Y'UV native representations that simplify color identification, but spending time and computational power in the transformation [4].

Nowadays improvement of computational power applied with Artificial Intelligence (AI) algorithms has increase the applications of ANN and evolutionary algorithms and color segmentation is not an exception, but commonly HSI and HSV representations are used with AI algorithms even when this transformations were designed to simplify color identification without use artificial intelligence algorithms [5].

In this paper we analyze the use of AI techniques with RGB native color representation as inputs and we show the advantages and disadvantages compared with its implementation using the HSV color representation.

2 Backgrounds

Color identification and segmentation has been a research area of interest and there are several works related to color identification and explanation of the different color spaces.

The work in [1] and [4] are focus on explaining the utility and analysis of different color representations and its transformation from RGB space to them and vice versa.

Another new color representation is proposed in [6] called Hue Saturation Mixture (HSM) which use several planes that intersect RGB color space, obtaining better performances in color segmentation than HSV and YCbCr (a representation that only codifies in a different way RGB representation) representations.

Comparison of efficiency in mineral identification based in color segmentation using RGB, HSV and CIELab (Lightness and parameters a^* for green to red and b^* for blue to yellow) color spaces is shown in [7].

The work in [8] propose four new models for improving object recognition called (c_1, c_2, c_3) , H , (l_1, l_2, l_3) and (m_1, m_2, m_3) with four new transformations of the RGB color space depending of highlights and illumination conditions.

Skin color identification is made in [9] using Y'UV transformation of RGB space and histogram analysis which used with their proposed thresholds to identify skin colors eliminating light effects.

ANN has been used before for image processing and color detection. The work in [10] uses modified pulse coupled neural networks, which are ANN with an activation function similar to human neurons, this structure shows good results for color edge detection and in this work they applied using HSV color representation.

Similarly the work in [11] use ANN for color segmentation applied in human face detection, using HSV color space.

The work in [12] successfully applies color identification of different tones using a multilayer perceptron ANN with RGB representation and the calculus of illumination given by $I = \frac{R + G + B}{3}$ as inputs.

2 Digital Images and Color Space Representations

3

Digital images without colors or in gray scale space are represented with arrays of $h \times w$ size, where h is height and w the width in pixels, which are the minimal structural unit represented for images, and it is related with the quantity of sensory elements in the camera, i.e. there is a pixel per sensory unit [2].

The colors in digital images expressed in RGB space are represented with arrays of $h \times w \times 3$ size, where the element 3 that adds an extra dimension to this representation is obtained from the number of basic colors red, green and blue, i.e. there is an array of $h \times w$ size per basic color [2].

Full color images are generated with the combination of red, green and blue arrays and the quality of the obtained colors is related to the quantity of colors that can be represented and this depends from the used bits to represent a basic color, for example when 8 bits are used for represent red, green and blue parameters the maximum number of possible colors to represent is 16,581,375.00, obtained in equation (1) [2].

$$R \times G \times B = colors \quad (1)$$

where R , G and B are obtained with $2^n - 1$, n is number of bits used and they depend from the resolution of the Analog to Digital Converter (ADC).

Sometimes the RGB values are normalized and then RGB space can be represented in a R^3 space, like is shown in Fig. 1, where always there is a single point for a single color [4].

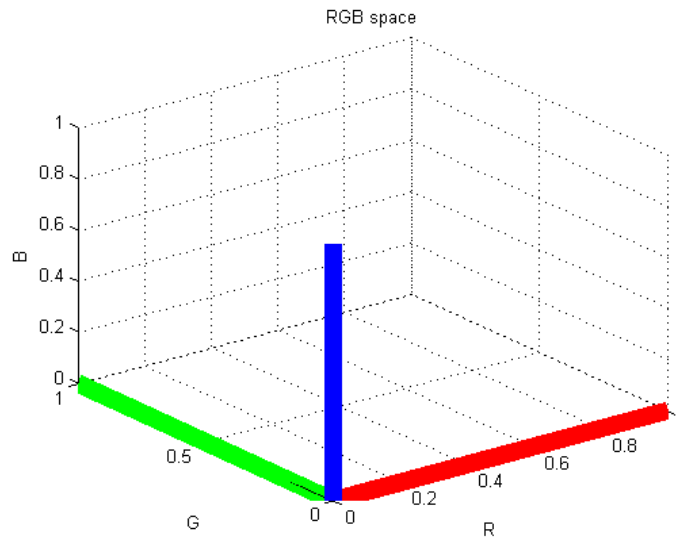


Figure 1: R^3 normalized space used for representing RGB color representation.

Besides RGB space contains all represented colors in a color image and this native representation is commonly used by digital cameras, this is not the most simple representation to separate colors, since several planes would be required to separate a color [1]. For example, consider RGB plane plotted in Fig. 2 and try to identify the required planes to separate every possible color considered as red without admitting other colors, this will be more complex than using color space representations designed to identify colors like HSV representation.

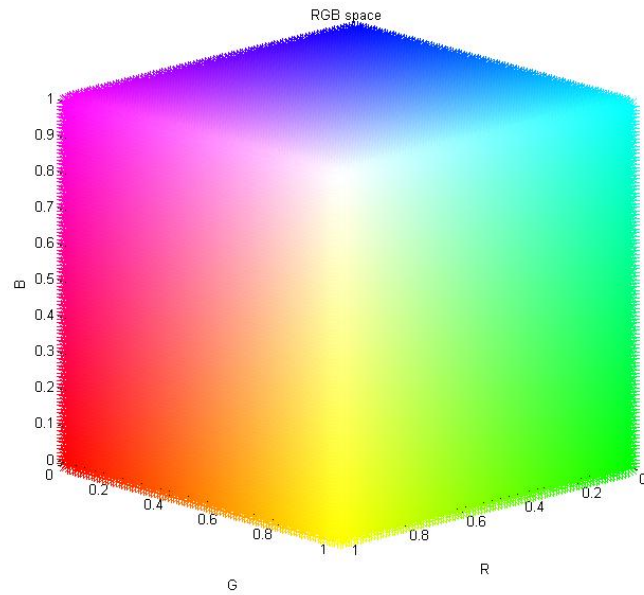


Figure 2: RGB representation of possible colors in R^3 .

HSV representation is a transformation applied to RGB representation in which color identification is easier compared with RGB space [1]. The color in this representation is only related to Hue parameter like is shown in Fig.3, therefore, two parallel planes are the required limits for H value and every values of V and S are taken and this is enough to separate a desired color.

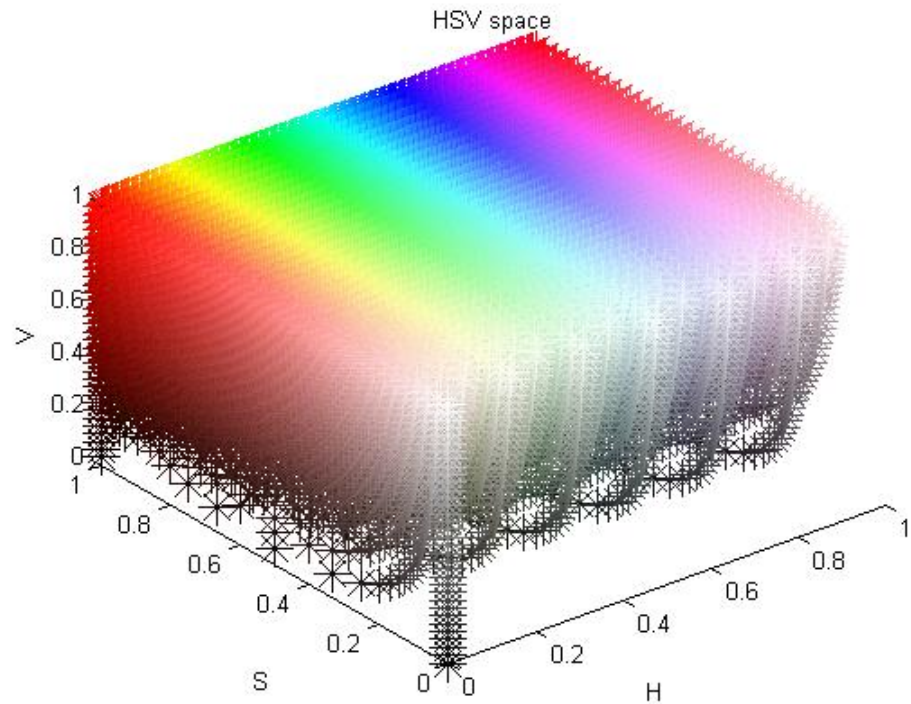


Figure 3: RGB representation of possible colors in R^3 .

The required transformations to change a single color from RGB native space to HSV space require the calculus of M , m and δ parameters with equations (2), (3) and (4) respectively [7].

$$M = \max(R, G, B) \quad (2)$$

$$m = \min(R, G, B) \quad (3)$$

$$\delta = M - m \quad (4)$$

Since values of RGB space for red, green and blue elements depend from the n bits of the ADC, this values must be normalized obtaining R^* , G^* and B^* parameters in ranges $[0,1]$ with equations (5),(6) and (7) [7].

$$R^* = \frac{M - R}{\delta} \quad (5)$$

$$G^* = \frac{M - G}{\delta} \quad (6)$$

$$B^* = \frac{M - B}{\delta} \quad (7)$$

Once this parameters are obtained H , S and V values are obtained with equations (8), (9) and (10), respectively [7].

$$V = M \quad (8)$$

$$S = \begin{cases} \frac{\delta}{M} & ;if \ M \neq 0 \\ 0 & ;otherwise \end{cases} \quad (9)$$

$$H = \begin{cases} undefined & ;if \ S = 0 \\ \frac{60(G - B)}{\delta} & ;if \ M = R \\ \frac{60(B - R)}{\delta + 120} & ;if \ M = G \\ \frac{60(R - G)}{\delta} + 240 & ;if \ M = B \end{cases} \quad (10)$$

Once HSV model is obtained then classical identification of colors can be done by selecting ranges of H for the selected color, but if is require to show the picture in the screen again, then RGB space must be obtained again [4].

Transformation from HSV space to RGB space require the calculus of H^* with equation (11), which is the normalized parameter H , P_c (primary color) S_c (secondary color) and parameters a , b , c , obtained with equations (12), (13), (14), (15) and (16) [4].

$$H^* = \frac{H}{60} \quad (11)$$

$$P_c = \text{integer}(H^*) \quad (12)$$

$$S_c = H^* - P_c \quad (13)$$

$$a = (1 - S)V \quad (14)$$

$$b = [1 - (S \times S_c)]V \quad (15)$$

$$c = \{1 - [S(1 - S_c)]\}V \quad (16)$$

Once the previous parameters are obtained R , G and B values are obtained with equations (17), (18) and (19).

$$R = \begin{cases} R = V & ;if (P_c = 0)OR(P_c = 5) \\ R = b & ;if P_c = 1 \\ R = a & ;if (P_c = 2)OR(P_c = 3) \\ R = c & ;if P_c = 4 \end{cases} \quad (17)$$

$$G = \begin{cases} G = c & ;if P_c = 0 \\ G = V & ;if (P_c = 1)OR(P_c = 2) \\ G = b & ;if P_c = 3 \\ G = a & ;if (P_c = 4)OR(P_c = 5) \end{cases} \quad (18)$$

$$B = \begin{cases} B = a & ;if (P_c = 0)OR(P_c = 1) \\ B = c & ;if P_c = 2 \\ B = V & ;if (P_c = 3)OR(P_c = 4) \\ B = b & ;if P_c = 5 \end{cases} \quad (19)$$

4 Evolutionary Algorithms

Evolutionary algorithms are meta-heuristic algorithms that follow natural selection principles in [13], i.e. its main operators are population initializing, fitness value calculation, fitness-based selection, crossover and mutation (Fig. 4) [14].

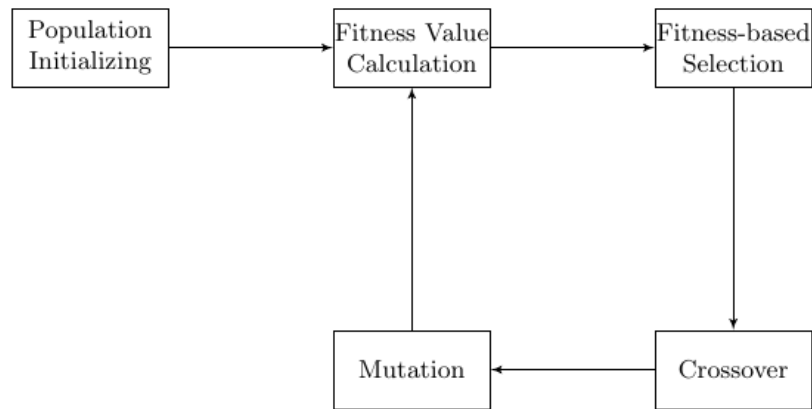


Figure 4: Evolutionary algorithm main operators.

Genetic Programming (GP) is an evolutionary algorithm used when possible solutions have an unknown structures and this structures can be obtained with population of individuals with tree-representation form, like the individual shown in Fig. 5 [14].

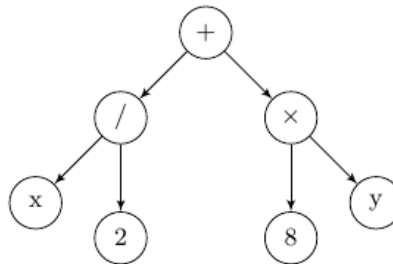


Figure 5: GP tree-based individual that represents $\left(\frac{x}{2}\right) + (8 \times y)$.

On the other hand, when solution structures are known, better evolutionary algorithm to apply is Genetic Algorithm (GA). GAs have elements or individuals commonly represented with binary arrays like "1010100111" containing all the required alleles or bits, separated in sets or genes for optimizing the numerical elements in the known solution [15].

5 Artificial Neural Networks

ANN is a soft-computing technique based on the mathematical model of the biological nervous system, which has shown good results in pattern recognition and data classification. ANN structure contains artificial neuron linked from an input layer to an output layer, like is shown in Fig. 6 [12].

The state of a single artificial neuron whether be on or not depending of its activation function and its synapses, increasing the neuron synapses with positive weight values increases the possibility of neuron activation, while decreasing weights decreases activation probability, synapses adjust must be done with a training algorithm to get a desired output value, this is made by presenting inputs in the ANN and comparing its output with the desired outputs when supervised training is applied and letting the ANN to classify if unsupervised training algorithm is used [16].

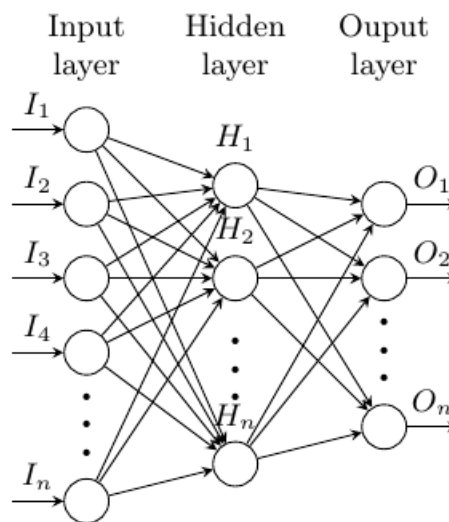


Figure 6: Generalized model representation of an ANN.

6 Development

For determine if is possible or not to identify a desired single color in RGB space omitting other colors like it is done in HSV model, the first step was to develop a program where a user with its own criteria could select colors for its later identification.

In our proposed algorithm the user marks whit white color the elements to classify in the modified full color map of n bits resolution (F_m with size given like in color images in section 4, $h \times w \times 3$) and then all pixels with normalized input values of 1 in R_m^* , G_m^* and B_m^* (red, green and blue normalized values in the modified color map), are plotted in R^3 for RGB and HSV (obtained with equations in section 4), using the original colors in the unmodified full color map (F_u with same size and resolution as F_m) with normalized parameters R^* , G^* and B^* accessed with the same positions in F_m , like is show in Algorithm 1.

```

Data:  $F_m$ ,  $F_u$  and  $n$ 
Result: RGB and HSV plots
 $F_m$ =image1;
 $F_u$ =image2;
 $resol = 2^n - 1$ ;
[h,w,3]=size( $F_m$ );
for  $i=1:h$  do
    for  $j=1:w$  do
         $R_m^* = F_m(i, j, 1)/resol$ ;
         $G_m^* = F_m(i, j, 2)/resol$ ;
         $B_m^* = F_m(i, j, 3)/resol$ ;
         $R^* = F_u(i, j, 1)/resol$ ;
         $G^* = F_u(i, j, 2)/resol$ ;
         $B^* = F_u(i, j, 3)/resol$ ;
        if  $R_m^*$ ,  $G_m^*$  and  $B_m^*$  are equal 1 then
            HSV(i,j,1:3)=HSV( $R^*, G^*, B^*$ ) with equations (2) to (10);
            plot(HSV(i,j,1:3));
            plot( $R^*, G^*, B^*$ );
        end
    end
end

```

Algorithm 1: Plotting RGB and HSV spaces with desired marked colors.

After finish our proposed algorithm, then all parameters (α , β and γ) for separating colors in plane equation (20), for each required plane in color identification using RGB and HSV spaces. This parameters could be obtained with optimizing algorithms like GAs, or instead use ANN which be trained to identify the marked colors.

$$\alpha(R - R_0) + \beta(G - G_0) + \gamma(B - B_0) = 0 \quad (20)$$

Finally, an implementation with a VGA camera taking pictures for transmitting them to a computer screen using two methods for computer time comparison. First one with RGB representation and second one performing RGB to HSV and HSV to RGB transformations.

7 Results

The marked colors required in Algorithm 1 with white color, where selected by a user with common vision, this colors were red, orange, yellow, green, blue, purple and brown, like is shown in Fig. 7, the colors marked in black are colors discarded because user is sure that the color does not belong to the category.

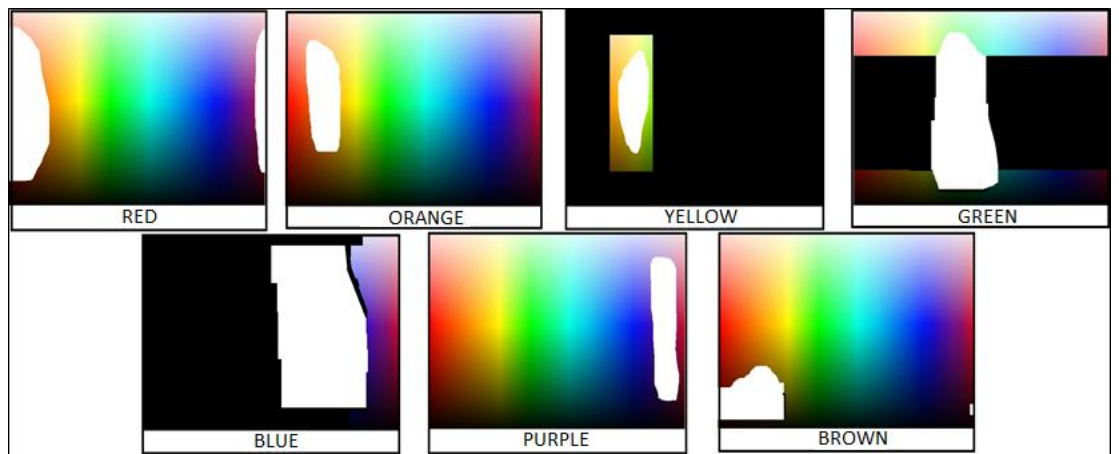


Figure 7: Full map color with marked colors to plot.

The resulting RGB and HSV plots for the marked colors are shown in Fig. 8 and Fig. 9 respectively.

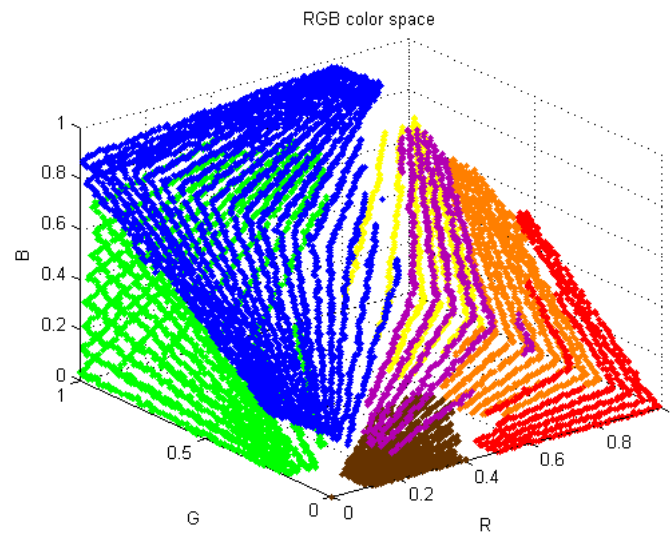


Figure 8: RGB plot of marked colors using Algorithm 1.

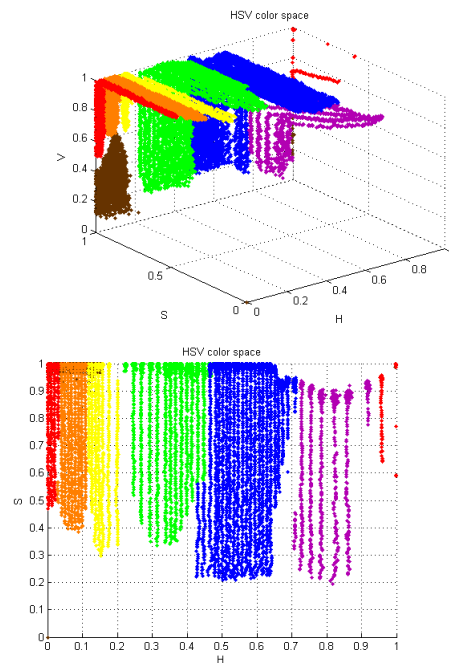


Figure 9: HSV plot of marked colors using Algorithm 1.

Using VGA camera with resolution of 640×480 pixels and a computer with 2.65 GHz processor the average Frames Per Second (FPS) acquiring images and making RGB-HSV and HSV-RGB while displaying cameras was 3.9756 FPS and without perform any transformation was 7.7193 FPS.

8 Conclusions

This paper shows a proposed algorithm to plot colors marked by a user and compares this colors in HSV and RGB representations, in order to implement future implementation of IA algorithms like evolutionary algorithms and ANN applied for color segmentation.

Considering the capabilities of provide known and unknown structures, in both ways evolutionary algorithms could optimize planes equations with GAs for color segmentation or find specific equations to identify the marked colors selected by a user.

Similarly an ANN could be trained using input data from the unmodified full color map (F_u) and output data of the modified full color map (F_m) for supervised training.

Evolutionary algorithms and ANN together with RGB representation will save time avoiding HSV transformations in color segmentation.

8.1 Future Work

To guarantee the possibility of RGB color segmentation using evolutionary algorithms and ANN structures, this algorithms will be tested in future work with the structures proposed in this paper.

References

[1] Rupali Nayyer, Bhubneshwar Sharma:

Use and analysis of Color Models in Image Processing. International Journal of Advances in Scientific Research vol. 1, 8 329-330 (2015).

[2] Al Bovik:

Handbook of Image and Video Processing. Department of Electrical and Video Engineering, The University of Texas at Austin. Academic Press (2000).

[3] Çağ atay Demiralp, John F. Hughes, David H. Laidlaw:

Coloring 3D Line Fields Using Boy's Real Projective Plane Immersion. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics vol. 15, 6 1457-1464 (2009).

[4] Noor A. Ibraheem, Mokhtar M. Hasan, Rafiqul Z. Khan, Pramod K. Mishra:

Understanding Color Models: A Review. ARPN Journal of Science and Technology vol. 2, 3 265-275 (2012).

[5] Halis Altun, Recai Sinekli, Ugur Tekbas:

An Efficient Color Detection in RGB Space Using Hierarchical Neural Network Structure. Innovations in Intelligent Systems and Applications International Symposium IEEE. (2011).

[6] Severino Jr. Osvaldo, Gonzaga Adilson:

HSM: A New Color Space used in the Processing of Color Images. Revista Iberoamericana de Tecnológas de Aprendizaje vol 16, 2 141-155 (2009).

[7] Nurdan Akhan Baykan, Nihat Yılmaz, Gürsel Kansun:

Case study in effects of color spaces for mineral identification. Scientific Research and Essays Vol. 5, 11 1243-1253 (2010).

[8] Theo Gevers, Arnold W.M. Smeulders:

Color-based object recognition. Pattern Recognition, 32 453-464 (1999).

[9] Z. Hamid Al-Tairi, R. Wirza Rahmat, M. Iqbal Saripan, P. Suhaiza Sulaiman:

Skin Segmentation Using YUV and RGB Color Spaces. J Inf Process Syst vol.10, 2 283 299 (2014).

[10] Feiyan Cheng, Zhaobin Wang, Yide Ma, Lizhen Yang, Qingxiang Gao:

A New Approach for Edge Detection of Color Microscopic Image Using Modified Pulse Coupled Neural Networks. Bioinformatics and Biomedical Engineering 3rd International Conference (2009).

[11] Adaptive Technique for Human Face Detection Using HSV Color Space and Neural Networks. 26th NATIONAL RADIO SCIENCE CONFERENCE (2009).

[12] Halis Altun, Recai Sinekli, Ugur Tekbas, Fuat Karakaya, Murat Peker:

An Efficient Color Detection in RGB Space Using Hierarchical Neural Network Structure. Innovations in Intelligent Systems and Applications International Symposium (2011).

[13] Charles Darwin:

The Origin of Species. John Murray, penguin classics, 1985 edition, (1859).

[14] MIHAI OLTEAN and CRINA GROSAN:

Using traceless genetic programming for solving multi-objective optimization problems. Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence 3, vol. 19 227-248 (2007).

[15] Thomas Weise:

Global Optimization Algorithms: Theory and Application, e-book obtained from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.64.8184&rep=rep1&type=pdf>,

last access: 17/08/2016 (2009).

[16] Ben Coppin:

Artificial Intelligence Illuminated. Jones and Barlett Publishers (2004).

Adopción digital en las escuelas que dan cursos de ingreso a nivel medio superior

Vera R. Marco. A.

Universidad Nacional Autónoma de México – yomarcovera@gmail.com.

Resumen—Algunas escuelas que tradicionalmente basan su modelo de negocios en cursos presenciales, han iniciado el acompañamiento de esta opción educativa con el uso de herramientas tecnológicas, fin de capacitar a los aspirantes que buscan ingresar a nivel medio superior, para que aprueben con la mayor cantidad de puntos el examen que aplica la Comisión Metropolitana de Instituciones Públicas de Educación Media Superior (COMIPEMS).

El presente estudio explora los factores que toman en cuenta éstas escuelas al momento de desarrollar, aplicar y evaluar la modalidad presencial con su opción tecnológica, por medio de un estudio de caso y adaptando el modelo Unified Theory of Acceptance and Use Technology (UTAUT).

Con ello, se busca identificar las variables que facilitan la adopción tecnológica, y conocer si la incorporación de Tecnologías de la Información (TI) contribuye al cumplimiento de sus metas y objetivos.

Abstract—Some schools that traditionally base their business model in classroom courses have begun accompanying this educational option with the use of technological tools, with the aim to train aspirants who seek to enter high school level so they approve with the higher amount of points the test applied by the Comisión Metropolitana de Instituciones Públicas de Educación Media Superior (COMIPEMS).

This study explores factors that take into account these schools when developing, implementing and evaluating the presencial model with technological option, through a case study and adapting the model Unified Theory of Acceptance and Use Technology (UTAUT).

Thus, it seeks to identify the variables that facilitate technology adoption, and to know whether incorporating Information Technology (IT) contributes to the fulfillment of its goals and objectives.

I. Introducción

Los estudiantes de secundaria en el Distrito Federal y el Estado de México, para tener acceso a los estudios de nivel medio superior deben de realizar un examen que es aplicado por la Comisión Metropolitana de Instituciones Públicas de Educación Media Superior (COMIPEMS), y de acuerdo al promedio de respuestas acertadas, pueden tener acceso a las ofertas educativas públicas existentes: COLBACH, CONALEP, DGB, DGETA, DGETI, IPN, UNAM, por mencionar algunos.

En ese sentido, son múltiples las ofertas que existen en el mercado de escuelas que dan cursos de actualización, reforzamiento, repaso o como lo denominan ellos mismos “para asegurar su primer opción”. Dichas escuelas, lo mismo se publicitan en espectaculares, revistas, transporte público e inclusive dentro de los espacios

educativos públicos y privados donde se encuentran los estudiantes de secundaria de tercer año -a esto se añade que el examen COMIPEMS se realiza al término del mismo ciclo escolar-.

De aquí la importancia en la investigación de las opciones tecnológicas ofrecidas por estas escuelas y la forma en como son adoptadas por ellas, así como su efectividad e implicaciones que tienen en el proceso de aprendizaje de sus estuantes.

De acuerdo a lo anterior, el presente estudio mostrará las variables que afectan la aceptación tecnológica en los estudiantes, y por ende a las escuelas que brindan cursos de ingreso a nivel medio superior denominado COMIPEMS.

II. Marco Teórico

A. Cambios en el entorno

La existencia e incremento de dispositivos o medios electrónicos que tienen a su alcance los estudiantes dentro o fuera del aula, permiten –o facilitan– a las escuelas buscar acercar el conocimiento a los estudiantes a través de distintas opciones, que incrementen sus habilidades y mejoren al mismo tiempo la efectividad del aprendizaje.

En ese sentido, el acompañamiento tecnológico y las estrategias que llevaron a su incorporación cobran valor, en virtud de que se generan cambios en la relación estudiante- profesor y a su vez, afectan la relación profesor-modelo de enseñanza y por último la relación escuela-metas.

Por ello, la incorporación de herramientas tecnológicas a la estrategia de enseñanza debe ser tomada en cuenta como un factor determinante al momento de conjuntarla con las opciones de enseñanza tradicional -presencial- que se brinda a los estudiantes.

Aun cuando los estudios de incorporación de tecnologías no son concluyentes, hay mucho camino que recorrer antes de que las TIC¹ se integren plenamente a los centros escolares y de enseñanza [1].

B. Innovación educativa

Por ello, la incorporación de herramientas tecnológicas en la educación, se convierte en una innovación, porque facilita la promoción de actitudes positivas y muestra la necesidad de cambio, así como la atención de los intereses de los estudiantes, proporcionándoles experiencias novedosas que contribuyan a la solución de problemas educativos que afectan la calidad del aprendizaje [2].

¹ Tecnologías de la Información y la Comunicación.

En ese sentido establece el hecho de que no debe confundirse el término innovación únicamente como algo nuevo, ya que no es bueno sólo por ese hecho, sino porque contribuye de manera diferente, confiable y válida a solucionar problemas educativos o a mejorar los quehaceres educativos [2].

C. Adopción tecnológica

En sí misma, la incorporación de opciones tecnológicas en el modelo educativo de las escuelas, no garantiza que los estudiantes se apropien de ella, se utilice, o aproveche

e inclusive que reporte mejoras a las escuelas, en razón de que son múltiples los factores que pueden facilitar tal desarrollo.

Por eso, se debe tomar en cuenta que se han modificado las formas en las que los estudiantes viven y sienten los cambios, ya que los diversos factores internos y externos permiten a las autoridades valorar y soportar en sus programas el aprendizaje fuera del salón de clases [3].

Y es aquí, donde las investigaciones realizadas en ese campo deben encontrar las variables que permitan conocer los factores que facilitan o restringen el uso de la tecnología dentro y fuera del aula.

D. Modelo UTAUT

Con la finalidad de tener información que resulte relevante, se tomó en cuenta un modelo que se acerca a las dimensiones a medir, y que son:

- La dificultad que se encuentre en la herramienta digital,
- La influencia que se tiene (tanto interna como externa), y
- Las condiciones o facilidades que da la escuela y que permiten o acercan el uso de las herramientas digitales.

Al investigar la literatura existente se determinó que el modelo Unified Theory of Acceptance and Use Technology (UTAUT) considera constructos [4] que son determinantes al momento de evaluar la aceptación y el comportamiento del uso de la tecnología:

- Expectativa de desempeño,
- Expectativa de esfuerzo,
- Influencia social, y
- Condiciones que lo facilitan.

Los cuales se ven afectados a la vez por 4 variables moderadoras:

- Edad,
- Genero,
- Experiencia
- Voluntad de uso

En ese sentido, y por ser un modelo que con sus constructos cubre las necesidades del estudio, se tomó como base del presente estudio, y cuyo desglose y adaptación se presenta más adelante.

² Programa para la evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE.

III. Trabajos previos en el área

El aprendizaje mayormente trabaja bajo el sistema presencial, en el cual se incluye el aula, el maestro, pizarrón, libros, cuadernos, etc., por lo que no siempre ha sido acompañado por innovaciones disruptivas, y cuando lo ha sido, los impactos reales han sido momentáneos e incrementales (fotocopias, audio, video por citar algunos).

Por esto, se entiende que el fin de los medios físicos es que apoyen al alumno para que adquiera el conocimiento que presenta el maestro, sin embargo la velocidad con la cual se desarrollan y aplican los implementos tecnológicos, permiten a las escuelas tener un abanico más amplio de herramientas.

Por ende, se hace pertinente el analizar qué factores permiten o facilitan ese aprendizaje a través de medios electrónicos. Se han realizado investigaciones que determinan como retos la necesidad de generar políticas nacionales e institucionales que promuevan el acceso y uso abierto a prácticas educativas de la modalidad a distancia [5].

Ahora bien, ¿cómo se relaciona con la tecnología? o ¿cómo afecta la forma en la que se utilizan los medios? la respuesta es muy sencilla; hoy en día existe una mayor penetración y uso de dispositivos con conexión a internet que son utilizados por los estudiantes, pero no se percibe que se mejore el aprendizaje, porque no existe responsabilidad al respecto, ya que no se utiliza como herramienta de lectura-aprendizaje y sólo se entiende y usa como un instrumento de diversión y no pedagógico [6].

Pero no sólo eso, existe una falta de interés y actitudes inadecuadas por parte del estudiante al aprender, y no sólo al aprender por sí mismo, sino, al aprender dentro de la escuela. También se incluye la variable de la adolescencia, el género y su consecuencia en el tipo de materias que se dan al alumno, las cuales generan diferencias de interés en las ciencias.

A lo anterior se suma el hecho de que se determinó que el rendimiento académico se incrementa cuando la enseñanza empleada se ajusta a los estilos de aprendizaje del docente [7].

Lo anterior, muestra la necesidad de un entendimiento de los factores relacionados a la enseñanza a través de medios tecnológicos, y las características que deben tener éstos al ser utilizados por las escuelas.

Así mismo, la globalización nos empuja a cambiar, crear desde nuestro punto de partida como país integrante de América Latina innovación en las relaciones enseñanza-aprendizaje [8], -lo cual considero necesario- ya que nuestro lugar como país con una historia en la educación se remonta a la época de la colonia, no ha empujado o soportado los atrasos que tenemos en ese campo. Por esta razón, los resultados que se tienen en la evaluación realizada por PISA en el año 2006².

Como ejemplo de lo anterior y de la aplicación que se tienen de modelos de aprendizaje digital se encuentran los estudios realizados en un Entorno Virtual de Enseñanza Aprendizaje (EVEA) que indican que se tiene mayor “atractivo” como recurso de aprendizaje, sin embargo se sigue mencionando que sea un recurso de “apoyo”, más no para suplantar la enseñanza presencial o semipresencial de los alumnos ya que no se encuentran relacionados los estudiantes con la educación virtual, ni tampoco se toma en cuenta que sean autónomos [9].

El párrafo anterior invita a reflexionar que siendo reciente el estudio, aún se tengan resultados que indiquen que los estudiantes no se sienten “relacionados con la educación virtual” o que “no sean autónomos”, ya que el primer Smartphone aparece en el año 2002 y la primer Tablet en 2010.

En ese sentido, se incorpora el hecho de que la demanda también ha sufrido mutaciones ya que se diversifica y personaliza [10].

IV. Objetivos de la investigación

El objetivo principal del estudio, es presentar a través del modelo UTAUT las variables con las cuales se entiendan los factores involucrados en la adopción tecnológica de los estudiantes de las escuelas que dan cursos de ingreso al nivel medio superior.

En ese sentido, se incorpora como resultado y objetivo secundario, el conocer si la implementación de Tecnologías de la Información (TI) por parte de dichas escuelas apoya el cumplimiento de sus metas u objetivos.

Ya los aspirantes que buscan ingresar al nivel medio superior a través del examen de COMIPEMS a las opciones educativas existentes como: COLBACH, CONALEP, DGB, DGETA, DGETI, IPN, UNAM, entre otras opciones, requieren de rapidez y sobre todo, cumplimiento con un mayor número de aciertos.

En ese tenor, el estudio debe aportar en el sentido práctico la validez que tiene el uso de herramientas tecnológicas dentro o fuera del aula.

V. Metodología

A. *Tipo de estudio*

La investigación será del tipo cualitativa a través del estudio de caso con las siguientes técnicas de recolección de datos:

- Entrevistas no estructuradas, con análisis de contenido de frecuencias y semántico,
- Observación directa, y
- Encuestas.

Es importante mencionar que se busca desarrollar una teoría que permita ser transferida a otros casos [11].

B. *Definición del universo*

Derivado de la investigación realizada en la Web, con los criterios de ubicación delimitados a la zona metropolitana de la Ciudad de México y el

Estado de México, se encontraron pocas escuelas que tuvieran una oferta educativa presencial con el acompañamiento tecnológico, por lo tanto, se eligieron para el estudio exploratorio, una muestra de 3 escuelas para realizar la entrevista en la última semana de agosto y la primera semana de septiembre, con el fin de mejorar el instrumento –encuesta- a utilizar.

C. Primera Fase

Requisitos de las escuelas a entrevistar

Las características de las escuelas a entrevistar, versan en la variedad de contexto que pueden arrojar, en virtud de que por la naturaleza y madurez alcanzada en el uso e implementación de herramientas digitales, se eligieron las siguientes:

1. Una escuela que se encontrara con la aplicación de alguna herramienta tecnológica y que funcionara como base de su modelo de negocios.
2. Una escuela que en algún momento hubiera instalado la herramienta tecnológica o no continuara con su aplicación.
3. Una escuela que no contemplara el uso de ninguna herramienta tecnológica y que adicionalmente, no lo considerara necesario por no ser aplicable a su modelo de negocio.

D. Segunda Fase

Análisis de la información

De lo anterior, se realizarán los análisis de la información y con los datos obtenidos, se modificará la encuesta.

Posteriormente, se aplicará la escala de Alfa de Cronbach para medir el coeficiente de la fiabilidad, y dar validez al instrumento.

E. Tercera Fase

Realización de encuestas

La aplicación de las encuestas se realizará al final del mes de octubre a noviembre.

Y como se mencionó, las encuestas se realizarán a las escuelas seleccionadas, con el fin de ver las diferencias de las variables que muestran los estudiantes al adoptar una herramienta digital, independientemente la estrategia o meta de la escuela que la implemente.

F. Adaptación del modelo UTAUT

Una vez explicado lo anterior, y en comentario adicional, se detalla que ya existen investigaciones que versan sobre las relaciones que tienen los estudiantes con la tecnología en mayor o menor medida, no obstante esto, aun no se cuenta con estudios realizados al nivel medio superior, ya que la mayoría parten de investigaciones realizadas a nivel superior.

Por esto, se aplicará el modelo UTAUT, en virtud de que una de sus variables moderadoras “género”, refiere entre otras cosas el conocimiento previo se enfoca a su experiencia como “nativos digitales”. Así como la voluntad de uso, que sin duda se ve afectada directamente en la asistencia a las escuelas que dan cursos presenciales.

Constructos

No obstante, y como lo demostró el estudio que identificaba como superficial el uso de la tecnología por parte de los “nativos digitales” [12]. Se mantienen por tal motivo, los constructos del modelo UTAUT:

- Expectativa de esfuerzo,
- Influencia social, y
- Condiciones que lo facilitan.

Sin embargo, se realizó el cambio de “expectativa de desempeño” por:

- Necesidad de uso

Cabe mencionar, que existe gran variedad de nuevas opciones para dar seguimiento y atender los recursos tecnológicos que presenten las escuelas a revisar, como lo son: teléfonos móviles de última generación, tabletas, laptops o modelos híbridos.

Variables moderadoras

Así mismo, de las variables moderadoras del modelo original se dejó:

- Genero

Con el fin de conocer las tendencias y apoyar el uso de las gráficas, adicionalmente se incorporaron:

- Oferta de opciones digitales,

-Movilidad, y

-Tiempo de estudio.

Por considerar que pueden ser determinantes en la adopción tecnológica.

Resultados actuales

Al cierre del presente trabajo, se iniciará el análisis de las 3 entrevistas realizadas a las escuelas que dan cursos de ingreso a nivel medio superior y se ha encontrado de “manera previa” y sin el uso de herramientas de análisis de información, lo siguiente:

-Diferencias de género al seleccionar el modelo presencial a la oferta de herramientas tecnológicas.

-Que las herramientas tecnológicas no son ofrecidas directamente por las escuelas, ya que en su modelo de negocio no las consideran importantes.

-No tienen un acercamiento de expertos o asesores en TI, ya que los desarrollos han sido realizados por los mismos encargados o administradores de las escuelas.

Conclusiones intermedias

Derivado de lo anterior, los encargados de implementar y administrar la herramienta tecnológica en las escuelas, han mostrado que:

-La implementación tecnológica no se encuentra alineada o responde al modelo de negocio que trabajan.

-No se toman en cuenta los resultados obtenidos por la aplicación de herramientas tecnológicas.

-Las metas u objetivos perseguidos por las escuelas no incluyen las estrategias de implementación de herramientas tecnológicas.

-No existe un acompañamiento del sistema presencial con las herramientas tecnológicas, ya que lo toman en cuenta como una opción “diferente” o “separada” el uno del otro.

-Desconocen la opinión de los estudiantes respecto a la implementación de herramientas tecnológicas en su educación.

Problemas abiertos

El modelo UTAUT presenta las variables de adopción tecnológica, sin embargo, las estrategias educativas y las metas escolares que deben de cumplirse a través de la implementación de herramientas tecnológicas, serán tomadas como conclusiones adicionales, en virtud de que la metodología utilizada y la finalidad del presente estudio, no incluye el análisis de estas variables, por ende, tampoco su impacto en la adopción tecnológica.

En ese sentido, es importante mencionar que lo referente al cumplimiento de las metas –las escolares y no educativas- se desarrollan y se presentan como complemento a las investigaciones, en virtud de que constituyen una referencia para entender el entorno -o detonante- en el que inició la aplicación de herramientas tecnológicas.

Referencias

- [38] Area M., Hernández R. Sosa A. (2016) “Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula”, Comunicar, nº 47 v. XXIV, | Revista Científica de Educomunicación, p. 80.
- [39] Rimari W. “La innovación educativa, un instrumento de desarrollo”, Universidad Autónoma de Aguascalientes, pp. 3 a 5, consultada el 08 de septiembre de 2016, www.uaa.mx/direcciones/dgdp/defaa/descargas/innovacion_educativa_octubre.pdf.
- [40] Brahimi T. & Sarirete A., (2015) “Learning outside the classroom through MOOC’s”, Computers in human behavior, ELSEVIER, 51, journal homepage www.elsevier.com/locate/comphumbe, p. 605.
- [41] Venkatesh y otros, (2003) “User acceptance of IT”, MIS Quaterly, Vol 27, No. 3, p. 447.
- [42] Montoya, M. S. (2013). Retos y perspectivas en el movimiento educativo abierto de educación a distancia: estudio diagnóstico en un proyecto SINED. En: Educación y Tecnología en México y América Latina. Perspectivas y Retos. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), Vol. 10, n. 2, 181-186.
- [43] Wood, S., & Jocius, R. (2014). Beyond Fun and Games: Using and iPad as a Tool for Critical Responce. The Reading Theacher, Vol. 68 Issue 2, 5-6, DOI: 10.1002/trtr.1309.
- [44] Quintanal-Pérez, F. (2012). Relación entre Estilos de Aprendizaje y Rendimiento Escolar en Física y Química de Secundaria. Revista de Comunicación Vivat Académica, Año XIV, N° Especial, 1144 y 1147-1153.
- [45] González, F. V. (2014). Redes Universitarias Regionales de Innovación Nuevo Escenario de Aprendizaje Social. Revista Historia de la Educación Latinoamericana, Vol. 16, No. 22, 2-13.
- [46] León, G. D. (2015). Programa de Enseñanza Metacognitiva Digitalizado para el Desarrollo de Habilidades de Escritura en Estudiantes de Ingeniería Agronómica (UCLA-Venezuela). Zona Próxima, Universidad del Norte de Colombia, No. 22, 16-17, ISSN: 1657-2416.
- [47] Lévi, P. (2007). CIBERCULTURA, Informe al Consejo de Europa. En P. Lévi, CIBERCULTURA, Informe al Consejo de Europa (págs. 129, 141 y 143 - 230). México, Distrito Federal: Anthropolos, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [48] Martínez C. (2006), El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica, Pensamiento & Gestión, núm. 20, julio, 2006, pp. 165-193, Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Sistema de Información Científica, Universidad del Norte de Colombia.
- [49] Calvo Marín, D., & Ospina, D. (2014). Jóvenes y TIC: una mirada a la vida cotidiana. Textos y sentidos, No. 09, 4, 15 y 16-19, ISSN: 2215-8812.

Medición, Validación y Clasificación de Niveles de Conciencia Cerebral en Individuos a través de un Dispositivo Portátil Brain Computer Interface (BCI) de Bajo Costo

Jaime Alberto González Rodríguez¹, Víctor Hugo Hernández Hernández² y Ma. Rosario Vázquez Aragón³

Dependencia de Ciencias de la Información, Universidad Autónoma del Carmen
C. 56 #4 x Av. Concordia, Col. Benito Juárez, CP. 24180, Cd. del Carmen, Campeche.

¹jalbertoglezr@gmail.com, ²vhernandez@pampano.unacar.mx

³mvazquez@pampano.unacar.mx

Resumen. En este artículo se muestra un panorama general del proyecto de investigación, para la implementación de un dispositivo portátil BCI de bajo costo, que permita identificar el estado de somnolencia de un individuo en cuestión. La función del dispositivo está fundamentada en la electroencefalografía, la cual permite conocer las ondas bioeléctricas cerebrales de un sujeto. El estudio está apoyado de conocimientos tanto teóricos como análisis comparativos experimentales realizados en diferentes fases en una población de individuos entre 18 y 25 años de edad. En este documento se hace la descripción del proyecto, objetivos a lograr con la implementación del dispositivo, metodología empleada como proyecto integrador multidisciplinario para cada una de las etapas, los resultados después de la implementación, conclusiones intermedias y los problemas abiertos al finalizar la investigación.

Keywords: Sueño, ondas cerebrales, somnolencia, niveles de conciencia, electroencefalograma, BCI, EEG

1 Introducción

En este proyecto se estudia la relación de las lecturas y registros obtenidos de las ondas cerebrales de un individuo, a través de un dispositivo de Electro-Encefalografía (EEG) de tecnología Neurosky, que funciona por medio de electrodos localizados en puntos estratégicos (uno en el lóbulo temporal izquierdo de la cabeza, y los otros dos, uno en cada lóbulo de las orejas) con la intención de determinar si un individuo permanece consciente ante la presencia de somnolencia

Con la información obtenida directamente del fabricante se pudo conocer que el dispositivo genera a través de un algoritmo propietario (privado) un par de señales referentes a la capacidad de ATENCIÓN y MEDITACIÓN dentro de un rango claro y definido y que algunos fabricantes de juegos usan para “control mental”. Sin embargo, el dispositivo genera datos en frecuencias estandarizadas para ondas cerebrales (Delta, Teta, Beta, Alfa y Gamma) sobre los que el fabricante no proporciona ningún detalle de interpretación o valoración, no define rangos, no hay valor mínimo o máximo, no define unidades de medida y sólo se menciona que “sólo son significativos cuando se

comparan entre sí y para sí mismos” [1]. Debido a esta situación en este trabajo se analizan los datos que arroja el dispositivo y se pretenden procesar de forma que permita identificar si un individuo en cuestión se encuentra en estado de profunda somnolencia o no lo está. Si se logra identificar un comportamiento “razonablemente” diferencial entre un estado de baja somnolencia o alta somnolencia los resultados podrían aplicarse, por ejemplo, en un sistema alertador vial portable y de bajo costo que ayude a prevenir accidentes de tránsito debido a fatiga y somnolencia del conductor.

2 Marco teórico

El cerebro humano es una muy compleja maquinaria biológica que realiza muchas de las funciones del cuerpo, dentro de ellas se encuentran la capacidad de enviar señales a toda la anatomía humana. Por esta razón, a través del uso de un EEG, hoy en día es posible obtener lecturas cerebrales para conocer el comportamiento y estado bajo ciertas condiciones [2].

El EEG consiste en el registro de la actividad eléctrica del encéfalo mediante electrodos situados en el cuero cabelludo o en la base del cráneo. La señal de EEG es el resultado de la suma temporal y espacial de los potenciales postsinápticos, generados por las neuronas piramidales con orientación vertical en la corteza cerebral. Es de notar que para registrar una actividad eléctrica mínima, se precisa una sincronización entre las neuronas vecinas. Cuando mayor sea ésta, mayores amplitudes y menores frecuencias se conseguirán. Las corrientes iónicas que se producen de esta manera contribuyen a la creación de un campo eléctrico abierto, el cual es atenuado por las estructuras interpuestas (líquido cefalorraquídeo, envolturas meníngeas, hueso del cráneo y cuero cabelludo) antes de ser registrado [2].

En la actualidad existen equipos profesionales muy sofisticados para realizar este tipo de estudio, los especialistas en neurología por lo general cuentan con uno de ellos en sus consultorios. Cabe mencionar que los precios de estos equipos son muy elevados, por lo que para la realización de este proyecto, se empleó un dispositivo de marca comercial que asemeja el funcionamiento de un equipo profesional y aunque sea limitado en cuanto a sus funciones y capacidades comparadas con cualquier equipo profesional, permite obtener la actividad bioeléctrica cerebral de un individuo, o por lo menos los parámetros necesarios para la implementación de los requerimientos del proyecto. El dispositivo, además, tiene la ventaja de presentarse en una banda mental pequeña y portátil que se coloca sobre la cabeza del individuo sin requerir entrenamiento especializado y por otro lado su costo es bastante accesible si se le compara con los equipos profesionales que se encuentran en hospitales.

3 Trabajos previos en el área

Actualmente existen diversos proyectos de investigación orientados al estudio del comportamiento del sueño en individuos a través de las ondas cerebrales. Sin embargo, todos ellos usan equipo profesional EEG de grado médico, la aportación de este trabajo es usar y validar un dispositivo portátil y de bajo costo que se encuentra disponible en algunos juguetes de “control mental”.

3.1 Sistema de monitoreo de las ondas cerebrales (electroencefalograma o EEG) presentes en el sueño: análisis de frecuencia y coherencia del EEG en ambos hemisferios

Este proyecto está orientado a adquirir las ondas cerebrales en el sueño de sujetos, para visualizar en tiempo real las variaciones en frecuencias y coherencia de las ondas eléctricas de los dos hemisferios del cerebro en una noche de sueño, además el trabajo permitió grabar las ondas cerebrales para su análisis en tiempo diferido tanto en frecuencia, como de la coherencia de ambos lóbulos. Por lo tanto el análisis del comportamiento de las ondas cerebrales en el sueño es el mayor aporte medular de este trabajo [3].

Del trabajo de investigación se pudo conocer las varianzas con respecto a las funciones del sueño, y los parámetros más observados en personas que presentan los síntomas de cansancio. Como recomendación de higiene en el sueño cada individuo debe dormir un promedio de 8 horas de sueño para que el cuerpo restaure tejidos, energía, equilibrio mental, entre otras funciones [4].

4 Objetivos de la investigación

El objetivo general de la investigación es desarrollar e implementar un dispositivo BCI, que proporcione a los individuos una herramienta útil y sencilla, que a través de la lectura de sus ondas cerebrales (EEG) indique su nivel de conciencia (o somnolencia) al momento de su uso. En base a lo anterior, los objetivos específicos son los siguientes:

1. Crear un dispositivo BCI portátil basado en una banda mental de bajo costo que brinde información de la actividad bioeléctrica cerebral de un individuo (EEG).
2. Investigar y documentar el comportamiento de las ondas cerebrales de cada individuo en estudio, bajo los criterios de higiene del sueño establecidos en la investigación.
3. Diseñar un modelo de “escala del sueño” que ayude a clasificar el estado de conciencia de cada individuo que use el dispositivo.
4. Evaluar y validar el desempeño del dispositivo BCI en situaciones cotidianas y en cualquier tipo de población.

5 Metodología

El estudio se inserta en una propuesta de implementación de un dispositivo capaz de determinar los niveles de cansancio en un individuo. Para este trabajo, primero se realizó una investigación documental sobre EEG y ondas cerebrales principalmente. El conocimiento obtenido sirvió para determinar la viabilidad del proyecto. En este punto también se diseñó y elaboró el prototipo de dispositivo mental EEG a utilizar y que se muestra en la figura 1. Una vez concluida esta etapa se procedió a diseñar una metodología para la validación de los datos arrojados por el dispositivo y la forma de clasificarlos para poder diferenciar los niveles de conciencia.



Fig. 1. Prototipo experimental del dispositivo EEG

Debido a la carencia de información sobre la banda mental se diseñaron una serie de experimentos para analizar los parámetros de individuos en situaciones diversas y bajo condiciones de descanso óptimas o deplorables, según el caso estudio.

Como dato significativo, se pudo observar la tendencia marcada de las ondas Delta equivalentes al sueño en personas con cansancio excesivo aparente (expresado por ellos mismos) [5].

5.1. Validación del dispositivo BCI

Para validar el dispositivo BCI, se consideró una muestra de 30 individuos compuesta por una población de alumnos (mujeres y hombres) de la Universidad Autónoma del Carmen, voluntarios en un rango de entre 18 y 25 años de edad, considerando que en promedio son individuos poco probables de padecer alguna enfermedad que afecte de manera directa su condición de conciencia y estado de alerta.

En esta sección independientemente de los parámetros elegidos con respecto a la edad, con la asesoría de médicos y psicólogos, se diseñaron una entrevista y una serie de pruebas de estado de conciencia para la obtención de datos para analizar. La entrevista se aplicó previa e individualmente a cada uno de los participantes interesados en formar parte del estudio, esto con el único objetivo de conocer si alguno de ellos padecía alguna enfermedad crónica degenerativa (ejemplo: crisis convulsivas, problemas psiquiátricos severos o antecedente de enfermedades relacionadas con el

trastorno del sueño), o alguna enfermedad que comprometiera el estado de conciencia, y que pudiese generar sesgo en el proceso de estudio e investigación [6].

Desde el inicio a todos los participantes interesados se les dio conocer cuáles eran los objetivos del estudio, esto con la intención de generar confianza y obtener el consentimiento para realizar las pruebas necesarias, además de sensibilizarlos acerca de la importancia de realizar cada una de las pruebas con las especificaciones y requerimientos necesarios indicados en cada etapa.

5.2 Aplicación de pruebas de estado de conciencia

En este apartado se hace mención de los aspectos cognitivos que se ponen en funcionamiento en las tareas específicas que se han pedido realizar a la población muestra para la obtención de los valores al colocarles el dispositivo BCI.

A continuación se describe las habilidades cognitivas encontradas y/o requeridas para poder ejecutar adecuadamente las tareas que corresponden a cada prueba que se aplicó, para ello se ocupó como bagaje epistemológico la teoría de David Wechsler empleada en las diferentes escalas de medición de la inteligencia (WISC, WAIS, WPPSI) que se han fundamentado en sus aportaciones [7].

Prueba #1 (sopa de letras). Aspectos cognitivos evaluados: velocidad de procesamiento, velocidad perceptual, velocidad psicomotora, atención y memoria visual a corto plazo.

Prueba #2 (conducción virtual de un automóvil). Aspectos cognitivos evaluados: razonamiento viso-perceptual y percepción espacial.

Prueba #3 (operaciones matemáticas). Aspectos cognitivos evaluados: razonamiento numérico, comprensión, atención y concentración.

Prueba #4 (presentación de un video). Aspectos cognitivos evaluados: memoria a corto y largo plazo, la constancia de imagen, escucha, la comprensión y la síntesis.

Prueba #5 (lectura y comprensión de un texto). Aspectos cognitivos evaluados: se mide el razonamiento y juicio práctico en situaciones sociales, capacidad de verbalización, conocimiento cristalizado, desarrollo del lenguaje, comprensión verbal, razonamiento lógico y memoria.

Prueba #6 (evocación de un recuerdo pasado). Aspectos cognitivos evaluados: memoria a largo plazo, concentración y conocimiento cristalizado.

Se consideraron dos escenarios diferentes para la aplicación de las pruebas (descanso óptimo y descanso deplorable), en días diferentes y tratando de cumplir con los requisitos establecidos necesarios.

6 Resultados actuales (avance)

Con las pruebas de conciencia aplicadas a los participantes, se obtuvo un archivo de texto con las lecturas de las ondas bioeléctricas cerebrales en forma individual, ver Fig. 2. El número de registros (filas) es variado entre un individuo y otro debido a que las pruebas aplicadas en la batería de estudio duraban entre 8 y 10 minutos (dependiendo del desarrollo de la prueba). Cada línea de datos representa la lectura de las ondas cerebrales por un segundo de tiempo.

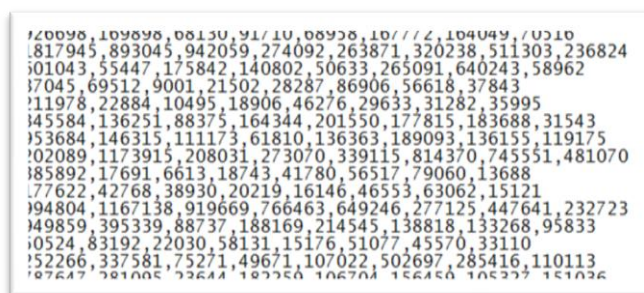


Fig. 2. Lectura de ondas bioeléctricas cerebrales.

De acuerdo al proveedor NeuroSky (creador del dispositivo EEG), cada una de las ondas o lecturas obtenidas tienen un aporte significativo cuando son estudiadas en conjunto, en otras palabras, si se analizan sólo los resultados o lecturas de una sola onda, no se puede tener significancia en el valor de los mismos [1].

Con la batería de pruebas aplicadas a los individuos participantes en este estudio, se pudo obtener una serie de resultados para cada una de las ondas cerebrales. Al analizar la información por sí sola, se pudieron identificar algunas variables significativas que generaron un valor importante a la investigación, sin embargo, existen más valores de los cuales no se tiene una interpretación clara; a raíz de esto, se optó por emplear técnicas de clustering para realizar un análisis general de toda la información obtenida en el estudio que permita identificar comportamiento y similitud entre los datos obtenidos y que ayude a establecer una clasificación de niveles de conciencia [8].

Como parte del proceso de investigación y análisis de información del proyecto se emplea la herramienta para minería de datos Weka (Waikato Environment for Knowledge Analysis), que es lo que actualmente se está trabajando [9].

7 Conclusiones intermedias

Con el análisis en conjunto de la información de cada individuo a través de la herramienta WEKA, hasta el momento se han podido tener acercamientos válidos para

la propuesta de implementación de un modelo de “escala del sueño” que ayude a clasificar el estado de conciencia de quien emplee el dispositivo.

8 Problemas abiertos

Se pretende realizar la implementación de un dispositivo alertador vial, que proporcione a los conductores una herramienta indispensable al momento de conducir un automóvil. La propuesta está basada en el uso del BCI que permitirá obtener las ondas bioeléctricas cerebrales del individuo, para conocer su capacidad de estado de conciencia al conducir, y de ser necesario, generar alertas o advertencias a los usuarios con base a las clasificaciones establecidas.

Referencias bibliográficas

- [1] MindWave Mobile: User Guide, NeuroSky, Inc., San Jose, CA, 2012.
- [2] J. Rowan, E. Tolunsky, Conceptos Básicos Sobre Eeg, Ed. Elsevier: España, 2004, pp. 187.
- [3] N. Molina, R. Álvarez. “Sistema de monitoreo de las ondas cerebrales (electroencefalograma o EEG) presentes en el sueño: análisis de frecuencia y coherencia del Eeg en ambos hemisferios,” XXI Jornadas en ingeniería eléctrica y electrónica.
- [4] D. P. Cardinali, Neurociencia aplicada: sus fundamentos, Ed. Médica Panamericana, 2007, pp. 503.
- [5] C, Navarro & H. Choltz, “Electroencefalografía en neurocirugía,” Neurocirugía para médicos generales, Ed. Universidad de Antioquia: Colombia, 2006, pp. 164 – 176.
- [6] P. Carrillo, J. Ramírez and K. Magaña, “Neurobiología del sueño y su importancia: antología para el estudiante universitario,” Rev. Fac. Med. (Méx.), vol.56, no.4, Agosto, 2013.
- [7] P. Fuica, J. Lira, K. Alvarado, C. Araneda, G. Lillo and R. Miranda, “Habilidades Cognitivas, Contexto Rural y Urbano: Comparación de Perfiles WAIS-IV en Jóvenes,” Ter Psicol, vol.32, no.2, Julio, 2014.

- [8] Departamento de estadística. Análisis de Cluster y Árboles de Clasificación [online]. España: Universidad Carlos III de Madrid, 2016. Disponible en:

<http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jimmarin/esp/DM/tema6dm.pdf>

- [9] I. Aldave, Weka como herramienta de data mining [online]. México: Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, 2013. Disponible en:

<http://docplayer.es/850757-Weka-como-herramienta-de-data-mining.html>

Desarrollo De Aplicaciones Móviles Para Niños Con Problemas de Aprendizaje Leve en Matemáticas Básicas.

Miguel Angel Ortiz Esparza¹, Jaime Muñoz Arteaga¹, Francisco Javier Álvarez Rodríguez¹,
Francisco Diego Acosta Escalante²

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes,
Av. Universidad #904, Ciudad Universitaria,
C.P. 20131, Aguascalientes, Ags. México,

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Zona de la Cultura, Colonia Magisterial, Villa
Hermosa, Tabasco, México, C.P. 86040

¹{ing.miguel.o.e, jmauaa, fjalvar.uaa} @gmail.com, ²
francisco.acosta@ujat.mx

Resumen. Hoy en día la tecnología está presente en casi cualquier actividad del ser humano, se encuentra en los procesos tecnológicos que nos ayudan con tareas de la casa, entretenimiento, trabajo, investigación, etc. y la educación no es la excepción en la aplicación de éstas herramientas tecnológicas, es por ello que se pretende utilizar la tecnología para acercar el conocimiento básico a niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas. En la actualidad existen herramientas tecnológicas comerciales de acceso en línea que apoyan eficazmente ciertas habilidades matemáticas básicas, pero no llegan a dar un soporte en el apoyo de actividades docentes y mucho menos es reducido el número de aplicaciones en móvil para apoyo a actividades que considera ciertos problemas de aprendizaje en matemáticas a nivel primaria.

El presente trabajo propone una solución sistemática para el desarrollo de aplicaciones interactivas móviles lúdicas para niños con problemas de aprendizaje en matemáticas básicas, las cuales son desarrolladas en base en los fundamentos pedagógicos de las operaciones lógicas e infralógicas de Piaget [1] así como en fundamentos de la ingeniería de software. Con el fin de apreciar la propuesta el presente trabajo incluye un caso de estudio realizado con un grupo de alumnos de diferentes edades y grados a nivel de escuela primaria en México.

Palabras Clave: Aplicaciones interactivas lúdicas, habilidades matemáticas básicas, operaciones lógicas e infralógicas, proceso de software.

1 Introducción.

Un modelo de proceso para la producción de software es la formalización de las actividades relacionadas con el desarrollo del software de una aplicación informática e interactiva (en general) para el usuario. Actualmente, es necesario también considerar dichas aplicaciones interactivas estén disponibles en dispositivos móviles, para así facilitar el acceso a la información y el conocimiento a un mayor número de población de usuarios en sus actividades diarias en lugares fijos como en movimiento.

Ahora bien, es sabido que la tecnología puede aportar herramientas para ayudar a mitigar problemáticas en el aprendizaje de los conocimientos básicos en las escuelas primarias. Conforme la UNESCO, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza y el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión dirección y administración más eficientes del sistema educativo, es por ello que aplica una estrategia amplia e integradora en lo tocante a la promoción de las TIC en la educación. El acceso, la integración y la calidad figuran entre los principales problemas que las TIC pueden abordar [2].

Es por ello que en México se tienen avances en el tratamiento y estudio de estos problemas dada la importancia de una buena educación desde sus inicios ya que si no se atiende a tiempo un niño con problemas con el aprendizaje de las matemáticas puede generar un efecto bola de nieve en su educación, que es el cúmulo progresivo problemas de esta índole haciendo que el estudiante aborrezca el tema, esto puede provocar a futuro que el alumno termine por desertar o tener problemas de autoestima, cuando en realidad es un potencial profesionista.

2 Problemática

La problemática se acentúa basto cuando el niño presenta alguna dificultad en la adquisición de conocimientos matemáticos básicos. Estos tipos de problemas retrasan o limitan que un alumno avance en su educación y formación básica y se denotan por no alcanzar los resultados promedio esperados en un alumno de su edad [3] [4].

En esta problemática solo nos enfocaremos en los problemas de las matemáticas que presentan los niños de educación básica comprendida dentro del primer al sexto año de primaria y que se analizara en específico los problemas de aprendizaje leves.

Según la literatura existe muchas problemáticas a las cuales se les atribuye los altos índices de reprobación en México, entre los cuales destacan los siguientes puntos [3].

7. Falta de programas de capacitación para el docente en uso de las nuevas tecnológica.
8. No hay una atención continua a los problemas psicológicos y sociales que los niños de educación primaria pueden llegar a tener.
9. Falta de técnicas de especificación para la generación de actividades didácticas en conjunto con el uso de tecnología.
10. La falta de recursos necesarios para trabajar tanto para maestros como para niños (Material didáctico, contenidos digitales, equipo computacional, acceso a red, etc.).
11. La indisponibilidad de aplicaciones lúdicas móviles propias para atender problemas en matemáticas de educación básica
12. No se cuenta con modelos de desarrollo de software para aplicaciones lúdicas móvil para matemáticas de educación básica.

Dado el conjunto de dificultades anteriores da lugar a una confusión en el orden sistemático para la inserción y uso de tecnologías como apoyo a los niños con problemas de aprendizaje leves en matemáticas básicas.

3 Un modelo de proceso.

Con el fin de mitigar la problemática expresada en la sección anterior se propone el empleo de un modelo de desarrollo masivo de aplicaciones móviles centrado en el usuario lo cual lo hace iterativo y evolutivo, es por ello que el usuario que son en su conjunto los maestros de apoyo y los niños con problemas de aprendizaje, son los que retroalimentan y ayudan dándole a la aplicación el enfoque correcto según la habilidad matemática requerida por el niño, este modelo de desarrollo implementa la reutilización de prototipos ya construidos para ayudar a dar una retroalimentación correcta de las necesidades del usuario.

Para la creación de un producto se utiliza el siguiente modelo de desarrollo de aplicaciones centrado en el usuario, prototipado, evolutivo e iterativo que en las siguientes secciones se muestra con mayor detalle.

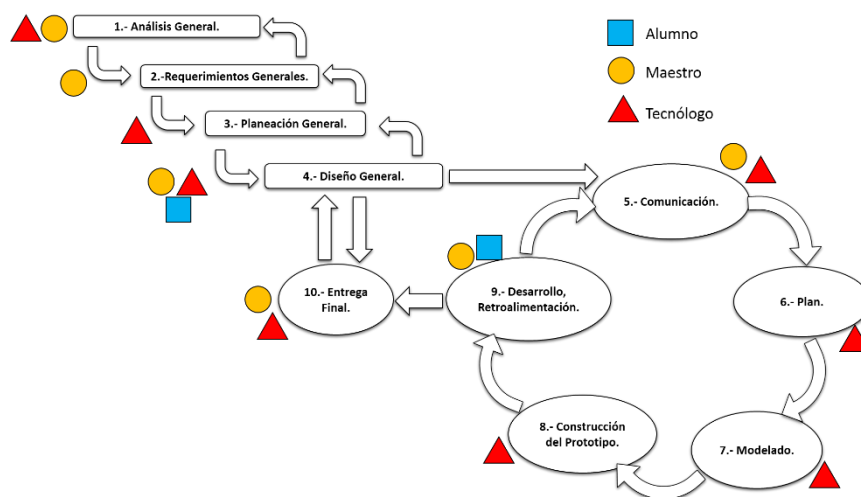


Figura 13. Modelo propuesto para el desarrollo de aplicaciones lúdicas en móvil como apoyo en matemáticas de educación básica.

Descripción de las etapas del proceso.

El siguiente modelo de desarrollo de aplicaciones móviles consta esencialmente de dos etapas, la primera etapa denominada “General”, donde se establecen todos los lineamientos del desarrollo de aplicaciones como son el análisis del contexto de desarrollo, los requerimientos de tecnologías, la planeación general de desarrollo y las características de los diseños de las aplicaciones.

En la segunda etapa denominada “Prototipado” se consideran los elementos de la etapa anterior para la búsqueda de productos ya creados anteriormente y que estén disponibles, en caso de no encontrarlos, se procede a la construcción de prototipos que pasarán por la comunicación con un experto en temas pedagógicos de niños con problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas, la generación de un plan de construcción, el modelado de la aplicación, la construcción del prototipo, y la retroalimentación dada tanto por el experto como por el niño con problemas de aprendizaje mediante el uso de la aplicación, una vez terminada esta iteración, se obtienen los datos para una segunda iteración o se puede dar por concluida mediante la aprobación del experto.

3.1 Análisis General: En esta etapa se analiza el contexto de desarrollo, el análisis de tecnologías y plataformas que conformaran las aplicaciones, el contexto matemático, los colores, las formas de retención de la atención por parte del niño, las mejores formas de desarrollar aplicaciones para niños etc.

3.2 Requerimientos Generales: Aquí los requerimientos son todos aquellos requerimientos que se tienen en el desarrollo de aplicaciones móviles para niños con problemas matemáticos básicos como pueden ser un desarrollo amigable con colores y sonidos llamativos, desarrollo en dispositivos móviles, contar con aplicaciones basadas en las habilidades lógicas e infralógicas, manejo de perfiles de usuario, manejo de niveles de complejidad, aplicaciones interactivas, reportes de avance de las habilidades, módulos de practica y de evaluación, desarrollos monousuarios, etc.

3.3 Planeación General: Dentro de esta etapa se planea el empleo de las aplicaciones móviles y como estas deberán interactuar en conjunto con el usuario, como deberán ser las interfaces entre las aplicaciones y el usuario, como los datos fluirán entre los módulos para que sea un esquema general de integración de aplicaciones para que el maestro tenga una solución integral que le ayude a elegir las aplicaciones acorde a los perfiles del niño.

3.4 Diseño General: En esta etapa se realizan algunos diseños generales de interfaces, conexiones, plataformas componentes y como estos deben interactuar entre sí, formando la funcionalidad del sistema.

3.5 Comunicación: La comunicación entre los diferentes stakeholder es esencial, así pues conforme a la información obtenida de los maestros de educación especial se

comunican los datos específicos para el desarrollo de una aplicación definiendo las características de esta aplicación y comenzando el proceso de prototipado de aplicaciones matemáticas.

3.6 Plan: Con base a la comunicación de la etapa anterior se generan un plan rápido de desarrollo de la aplicación para generar la idea que se debe de tener en el desarrollo de esta aplicación por medio de prototipado y con base a las habilidades matemáticas que el niño necesita.

3.7 Modelado: Mediante el modelado rápido y respetando el modelado general, ideamos una forma práctica de modelar la aplicación acorde a las especificaciones generales de las habilidades básicas en matemáticas para niños, los requerimientos específicos y el plan rápido generado anteriormente.

3.8 Construcción del prototipo: Para la construcción del prototipo se requieren el modelado anterior, basado solamente en el componente, ósea la construcción del mismo sin salirse del modelado general ni de las especificaciones generales misma que se basaran en las habilidades que desarrollara el niño.

3.9 Desarrollo y Retroalimentación: Aquí es donde se presenta ante el maestro el prototipo que viene siendo una parte del sistema, como una parte del rompecabezas, donde le usuario da el visto bueno al prototipo, lo retroalimenta por medio de comentarios y sugerencias o de plano lo desecha y en cualquiera de los casos se repite el ciclo de desarrollo prototipado.

3.10 Entrega Final: Una vez que el componente cumple con los requerimientos del sistema se realiza una entrega parcial o se concluye que esa parte está terminada y se continua con la construcción de otro prototipo hasta completar las aplicaciones basadas en las habilidades básicas para niños con problemas de aprendizaje.

Con el fin de que se pueda apreciar de una mejor forma el modelo de desarrollo de aplicaciones móviles para niños con problemas matemáticos básicos, a continuación se propone un caso de estudio realizado con tres niños de diferentes grados y grupos de una escuela primaria en México, para los cuales fue desarrollada una aplicación denominada “Tiendita” mediante el modelo de desarrollo propuesto.

4 Caso de Estudio.

Esta sección tiene como fin de presentar un caso de estudio con el fin de apreciar el uso del modelo del proceso aquí propuesto (ver sección anterior) para el desarrollo de aplicaciones lúdicas en móvil como un apoyo a problemas de matemáticas básicas.

Introducción: El presente caso de estudio fue desarrollado en una escuela primaria que cuenta con Unidades de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER) del

4.1 Análisis General: Para este caso se requiere que los tres alumnos tengan una motivación especial como la retención de su atención hacia las aplicaciones mediante la interactividad, lo cual ayudara a enfocar la atención de los niños en la aplicación además de ayudar al procesamiento de operaciones aritméticas básicas mediante el razonamiento y procesamiento mental.

4.3 Planeación General: Durante la planeación general se planean las formas de desarrollo, las aplicaciones a desarrollar con base a las habilidades matemáticas y los niveles de dichas aplicaciones, como evaluar las respuestas y como el alumno interactuará con la aplicación, para ello se identifican las necesidades conforme a la siguiente tabla.

Figura 2. Relación de habilidades en matemáticas básicas con estrategias de enseñando utilizando aplicaciones lúdicas en móvil.

4.4 Diseño General: Para el diseño general nos basamos en una arquitectura de desarrollo de aplicaciones móviles.

Una vez hecho esto se investiga la posibilidad de que el producto exista en fuentes gratuitas como puede ser la “Play Store” de Google y en caso de que exista se necesita el visto bueno del especialista para que sea aceptado como primer prototipo para obtener retroalimentación de las necesidades de los niños con problemas de aprendizaje de las matemáticas o en caso de que no sea aceptado se puede hacer la retroalimentación para hacer las modificaciones a un nuevo prototipo a desarrollar.

Si no se ha encontrado ningún prototipo se puede empezar a desarrollar la aplicación con una primera iteración plasmando los requerimientos más importantes. Y es así como comienza la etapa de prototipado.

Durante la búsqueda de aplicaciones, no se encontraron aplicaciones relacionadas con la compra de artículos en tienda o cooperativa para niños con este tipo de problemas, es por ello que se procedió a desarrollar mediante el proceso de prototipado una aplicación que contenga las características que ayuden al niño a desarrollar dicha habilidad según el especialista.

4.5 Comunicación: En la etapa de comunicación se pueden aprovechar los requerimientos en la primera fase para determinar las características principales, en este caso una de las características es que la aplicación sea llamativa, interactiva, desarrollada para dispositivos móviles añadiendo los puntos específicos para la aplicación a desarrollar como son que el niño tenga un menú o estante que contenga los artículos a comprar, para que mediante un toque de pantalla sobre el producto seleccionado se muestre el producto y su precio en una nueva pantalla, dicho artículo deberá ser pagado lo más exacto posible con el menor número de monedas mexicanas de 4 diferentes denominaciones.

4.6 Plan: En esta etapa se propone la agrupación de aplicaciones con las mismas características de desarrollo, se recomienda el diseño de interfaces de desarrollo de aplicaciones móviles y se hace un diseño basado en prototipos a nivel general, como el que a continuación se presenta.

SELECCIONAR ARTICULOS

Artículo 1	Artículo 2	Artículo 3	Artículo 4	Artículo 5
Artículo 6	Artículo 7	Artículo 8	Artículo 9	Artículo 10
Artículo 11	Artículo 12	Artículo 13	Artículo 14	Artículo 15
Artículo 16	Artículo 17	Artículo 18	Artículo 19	Artículo 20

PAGAR ARTICULOS

NOMBRE DE ARTICULO A:
COMPRAR Y CANTIDAD A PAGAR \$

Artículo.

CANTIDAD ACUMULADA DEL PAGO.

Moneda 1

Moneda 2

Moneda 3

Moneda 4

Figura 3. Diseño de interfaces para el desarrollo de aplicaciones basadas en asistir al niño para adquirir artículos en cooperativa o tienda de abarrotes.

Se ideó el primer prototipo basados en el diseño general que consta de artículos ordenados en un estante, los cuales son comunes y se pueden adquirir en cualquier tienda de abarrotes o cooperativa, el niño puede seleccionar cualquiera de los artículos ahí mostrados con un solo toque, una vez que se ha seleccionado se mostrará otra pantalla que muestra el artículo seleccionado pero con mayores detalles como son el nombre del mismo, el precio y la cantidad acumulada de dinero que se ha pagado hasta el momento.

4.7 Modelado: Para el modelado ágil se genera la siguiente imagen que ayudará a tener una idea de lo que se requiere.

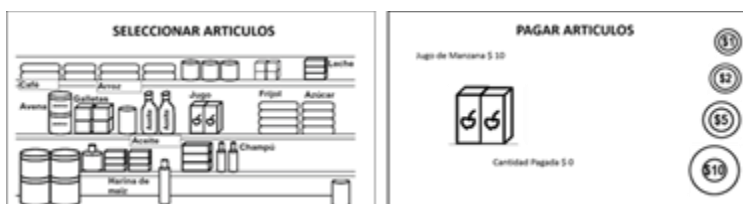


Figura 4. Modelado de interfaz para la aplicación “Tiendita”.

4.8 Construcción del Prototipo: Mediante la construcción del prototipo se consiguió desarrollar la aplicación como a continuación se presenta.



Figura 5. Pantallas de la aplicación “Tiendita”.

4.9 Retroalimentación del desarrollo: Después de haber desarrollado el prototipo, el usuario comentó que estaba correcto el diseño y la interactividad de ambas aplicaciones, solo que le faltaba notificar al niño mediante un mensaje de confirmación de que ha hecho bien la práctica en la aplicación “Tiendita”, también sugirió que en caso de que exista cambio, deberá ser mostrado en la pantalla mediante un mensaje corto y por último el especialista indicó que sería favorable que la aplicación tuviera una sección de papelería, para lo cual en la siguiente iteración se agregaron los cambios como se muestra en las siguientes pantallas.



Figura 6. Pantallas de segunda iteración de la aplicación “Tiendita”.

4.10 Entrega final: Después de haber realizado los cambios en dos iteraciones la aplicación quedo concluida según el docente especialista en niños con problemas de aprendizaje.

5 Resultados.

Durante y después del empleo de las aplicación por parte de los niños fue notorio el avance de los niños al realizar las operaciones matemáticas básicas en especial la multiplicación y división. El de menor grado realizándolo ayudado de los dedos y los otros dos de mayor grado ya los podían realizar de forma mental, cuando el problema presentado así lo permitía.

6 Conclusiones.

El presente trabajo propone el uso de un modelo de proceso para el desarrollo de aplicaciones móviles como un medio de ayuda a niños con problemas de aprendizaje leve en matemáticas a nivel de educación básica. El modelo es puesto a prueba a través de un caso de estudio, en el cual se atendieron tres niños con problemas de aprendizaje leve en matemáticas básicas, donde se desarrolló la aplicación tiendita, al desarrollar esta aplicación se implementaron las etapas del modelo, las cuales se probaron dando como resultado una aplicación terminada según los criterios del especialista y a su vez fue evaluada tanto en experiencia del usuario como en usabilidad por tres niños que en general mostraron satisfacción al emplear la aplicación desarrollada.

7 Referencias

- [1] Piaget, Psicología del niño, Quinta Edición ed., Paris, Francia: Presses Universitaires de France, 1973.
- [2] Unesco, «Educación Unesco.,» [En línea]. Available: <http://www.unesco.org/new/es/education/themes/strengthening-education-systems/inclusive-education/>. [Último acceso: 15 Abril 2015].
- [3] C. C. y. J. P. Marchesi Alvaro, «Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: Una perspectiva Cognitiva.,» *Desarrollo Psicologico y Educación III, necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar*, pp. 155-182, 1990.
- [4] S. d. E. Publica y U. d. Sonora, «La problemática de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en la escuela primaria III,» *Divulgacion de Investigacion de la SEP*, p. 100, 2010.

Algoritmos de fusión de datos para la clasificación e identificación de enfermos con Huntington y Ataxias con sensores de movimiento

Mtro. Dante Arias Torres

Doctorado Interinstitucional en Ciencias de la Computación

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

dariast1978@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las enfermedades neurodegenerativas representan un problema importante de salud pública para todas las naciones. Tan solo en la enfermedad de Huntington, un tipo de enfermedad neurodegenerativa, tiene 30,000 casos diagnosticados en los Estados Unidos y se estima que esta cifra vaya en aumento en los próximos años [2]. Otras enfermedades neurodegenerativas tienen también números muy elevados de personas afectadas [6]. Las enfermedades neurodegenerativas en general producen cambios en el control neuromuscular. El control de los movimientos musculares, el tono muscular, los movimientos involuntarios y la suavidad en los movimientos se ven afectados por estas enfermedades [8]. Esta relación entre el control neuromuscular y las enfermedades neurodegenerativas ha motivado que en años recientes se haya estado evaluando el uso del análisis de la marcha de los individuos como una herramienta adicional para la identificación y clasificación de enfermedades neurodegenerativas [5]. En este trabajo de investigación se analizará la marcha mediante el uso de múltiples sensores de movimiento (inerciales) para la clasificación e identificación de las enfermedades de Huntington y de las ataxias más comunes. El manejo de múltiples sensores requiere el uso de algoritmos de fusión de datos. El diseño o selección de la técnica de fusión de datos apropiada para el análisis de la marcha en pacientes con enfermedades neurodegenerativas no es una tarea obvia por lo que con el presente trabajo de investigación buscará encontrar la técnica más adecuada para la fusión de datos. A continuación se muestra el avance que se tiene en dicha investigación.

II. MARCO TEÓRICO

La enfermedad de Huntington y las ataxias son enfermedades neurodegenerativas que son susceptibles de estudio mediante el análisis de la marcha [1][7]. La enfermedad de Huntington es un desorden neurodegenerativo que se transmite por herencia y que presenta como uno de sus síntomas el trastorno en la marcha del individuo incluyendo el decremento de la velocidad de desplazamiento, problemas para iniciar la marcha y un patrón variable en los pasos de la marcha. Los desórdenes

en la movilidad del paciente se incrementan gradualmente lo que reduce su capacidad de funcionar independiente por lo que en la última fase de la enfermedad se hace necesario el cuidado intensivo del paciente [1]. Mientras que por ataxia se denomina a la ausencia de coordinación en el movimiento como resultado de la disfunción de algún miembro del sistema nervioso central como el cerebelo y la espina dorsal [7].

El estudio de la marcha no es un tema nuevo y actualmente se utilizan para su estudio, técnicas de procesamiento de imágenes, el uso de sensores en el suelo para la toma de mediciones de la marcha y su estudio mediante sensores colocados en el cuerpo. Siendo el uso de sensores en el cuerpo, una tendencia muy popular [5]. En este trabajo de investigación se busca analizar la marcha para la clasificación e identificación de las enfermedades de Huntington y las ataxias más populares mediante el uso de múltiples sensores inerciales colocados en diversas partes del cuerpo. Este uso de múltiples sensores requiere como se ha comentado el uso de algoritmos de fusión de datos. Entendiéndose por fusión de datos al proceso de encontrar valores útiles o lograr decisiones correctas mediante la resolución de conflictos en los valores proporcionados por múltiples sensores [4]. Existen muchos algoritmos de fusión de datos entre las que podemos mencionar la inferencia bayesiana, la inferencia Damper Shafer, el razonamiento abductivo, la fusión de información semántica, los filtros Kalman, métodos estadísticos basados en el teorema del límite central y muchos más [4]. Ante tanta diversidad de algoritmos de fusión de datos se plantea en este trabajo de investigación el conocer cuál sería el algoritmo más adecuado para el análisis de la marcha de un individuo con Huntington o ataxias.

III. Trabajos previos en el área

A pesar de que la fusión de datos ha sido un área de investigación activa en los últimos años [3] poca investigación se ha realizado respecto a su aplicación al análisis de la marcha [9] y hasta nuestro conocimiento no existe trabajos aún sobre la fusión de datos para el análisis de la marcha de enfermos de Huntington o ataxias. Podemos resaltar dentro de los trabajos sobre fusión de datos para el análisis de la marcha en general el trabajo de Mahmood et al. [4] en donde para el análisis de la marcha de un individuo sano se comparan dos algoritmos de fusión de datos, el filtro complementario y el filtrado Kalman. Como resultado de esta comparación se encontró que la fusión de datos mediante el filtro complementario supera a la fusión de datos mediante el filtrado Kalman en términos del rendimiento, simplicidad y tiempo de procesamiento. Es interesante observar que un algoritmo de fusión que ha tenido muy buenos resultados en otros contextos como la robótica parece no ser adecuada para el procesamiento de datos de la marcha de un individuo. Es por esto que se plantea en este trabajo de tesis, el evaluar cual serían los mejores algoritmos para la fusión de datos provenientes de sensores inerciales para el análisis de la marcha de pacientes con la enfermedad de Huntington o ataxias ya que no es claro en estos momentos si no existe algún otro algoritmo que supere al filtrado complementario.

VI. Objetivos de la investigación

Se tiene como objetivo general para este trabajo de investigación el desarrollo o adaptación de algoritmos de fusión de datos para la clasificación e identificación de

enfermos con Huntington y ataxias con sensores de movimiento. Teniéndose los siguientes objetivos particulares:

- ENTENDER CUÁLES SON LOS ALGORITMOS DE CLASIFICACIÓN MÁS APTOS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS DE SENSORES DE MOVIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA MARCHA DE PACIENTES CON LA ENFERMEDAD DE HUNTINGTON O ATAXIAS.
- COMPRENDER QUE MEDICIONES APORTAN MÁS PARA LA CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS ENFERMEDADES DE HUNTINGTON Y ATAXIAS MEDIANTE EL USO DE SENSORES DE MOVIMIENTO.
- ENTENDER EN QUÉ LUGARES DEL CUERPO HUMANO SON LOS MÁS ADECUADOS PARA EL ANÁLISIS DE LA MARCHA MEDIANTE SENSORES

V. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se plantea el uso de técnicas de procesamiento digital de señales y algoritmos computacionales de fusión de datos que serán aplicadas a un conjunto de datos de sensores inerciales de enfermos de Huntington y ataxias. En estos instantes a un no es claro si se hará uso de los métodos de fusión de datos existentes o se realizará una modificación de los mismos de tal modo que se decremente el margen de error en la clasificación e identificación de las enfermedades de Huntington y ataxias al mínimo. Para el diseño de la solución se plantea realizar en primera instancia la identificación de los mejores algoritmos de fusión de datos. Para posteriormente decidir que técnica será utilizada ya sea en su versión original o en su versión modificada. A la par se identificará las posiciones en el cuerpo y los sensores que mejor contribuyan a la clasificación (selección de atributos) e identificación de las enfermedades de Huntington y las ataxias. Se tiene como criterios de diseño:

- Uso de tecnología no intrusiva y personalizable
- El análisis de la información en tiempo real
- Facilidad de análisis en el sitio donde se ubique el paciente
- Integración de criterios médicos
- y la capacidad de seguimiento del progreso de la enfermedad

VI. Resultados actuales (avance)

Actualmente se ha realizado un análisis en el tiempo y en la frecuencia de un conjunto de datos de sensores inerciales (acelerómetros y giroscopios) de pacientes de Huntington y ataxias. Este conjunto de datos fue obtenido de pacientes mexicanos con dichas enfermedades que son atendidos en el Instituto nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) ubicado en la ciudad de México. Para la obtención de estas mediciones se colocaron a los pacientes acelerómetros y giroscopios en tobillos, rodillas y cadera y se le pidió a los mismos que caminaran de forma recta dentro de un salón por 3 minutos. Para el análisis en la frecuencia se ha hecho uso de la transformada rápida de Fourier mientras que únicamente se ha graficado los valores obtenidos de los sensores en el análisis con respecto al tiempo. Como se muestra en la

figura 1 y la figura 2 es fácil distinguir mediante el análisis de la información de sensores inerciales en el tiempo cuando se trata de la marcha de una persona que no tiene Huntington de una que si tiene esta enfermedad ya que los valores obtenidos son muy distintos.

En la Figura 1 se grafica en el tiempo las mediciones obtenidas mediante un acelerómetro colocado en el tobillo de una persona sana. Como se puede observar en un individuo sano existe claramente una cadencia o secuencia de los valores lo que permite saber mediante una inspección de la gráfica cuándo se está realizando un paso dentro de la marcha y cuando no. En el caso de la figura 2 se grafica en el tiempo las mediciones obtenidas mediante un acelerómetro colocado en el tobillo de una persona con la enfermedad de Huntington. Como se puede apreciar es complicado saber en qué momento se inicia o no un paso ya que los valores obtenidos son irregulares y no es apreciable a simple vista patrones en dichos valores.

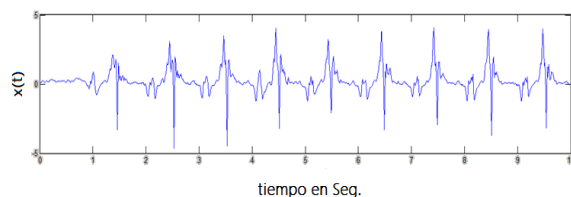


Fig. 1. Grafica de las mediciones de un acelerómetro en el análisis de la marcha de un individuo sano.

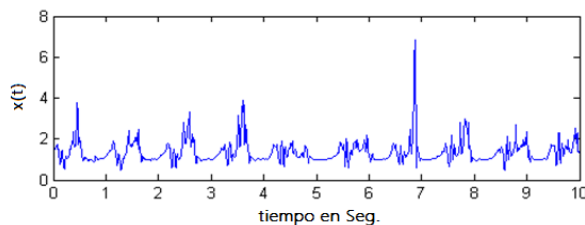


Fig. 2. Grafica de las mediciones de un acelerómetro en el análisis de la marcha de un paciente de Huntington.

De esta forma, el reto principal de nuestro trabajo de investigación es identificar dentro del conjunto de enfermedades neurodegenerativas que enfermedad tiene en específico ya que la sintomatología de la marcha en muchos casos es muy similar. Considero que este análisis que se ha realizado permite un acercamiento al objeto de estudio y cuando se realice a mayor detalle permitirá identificar las frecuencias de valores más comunes en la marcha de un individuo con Huntington o con una Ataxia. Se cree que esta información podrá ser utilizada como apoyo para la fusión de datos.

VII. Conclusiones intermedias

Es posible la distinción entre una persona sana y una enferma de Huntington o de alguna ataxia mediante el uso de sensores inerciales para el análisis de la marcha. El reto principal consiste en distinguir entre las enfermedades neurodegenerativas (por ejemplo: Huntington y ataxias) ya que el patrón de marcha es muy similar. Esperamos que mediante una correcta fusión de datos esta actividad se realice de forma exitosa.

VIII. Problemas abiertos

En el estado actual de esta investigación no es claro que técnica de fusión de datos es más adecuada para el análisis de la marcha de pacientes de Huntington y ataxias esperamos contar con una mayor claridad cuando se haga un análisis detallado de los algoritmos de fusión de datos existentes. Finalmente se busca determinar que parámetros y que sensores aportan más para el análisis de la marcha en pacientes de Huntington y de ataxias. La definición de esta información se encuentra dentro de las metas a corto plazo de este trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1] M. Danoudis y R. Lansek, "Gait in Huntington's disease and the stride length-cadence relationship", *BMC Neurology*, Vol. 14, no.161, pp. 1-8, 2014.
- [2] Huntington's disease, Fact Sheet, Huntington's Disease Society of America, 1996.
- [3] B. Khaleghi, A. Khamis, F. O. Karray y S.N. Razavi, "Multisensor data fusion: A review of the state of the art", *Information Fusion*, Vol. 14, pp. 28-44, 2013.
- [4] D. Mahmood, N. Javaid, M. Ali Imran, U. Qasim y Z.A. Khan. "Data Fusion for Orientation Sensing in Wireless Body Area Sensor Networks using Smart Phones", *Pervasive Computing: Next Generation Platforms for Intelligent Data Collection*, Elsevier, 2016.
- [5] A. Muro de la Herran, B. Garcia-Zapirain y A. Mendez-Zorrilla, "Gait Analysis Methods: An Overview of Wearable and Non-wearable Systems, Highlighting Clinical Applications", *Sensors*, Vol. 14 pp. 3362-3394, 2014.
- [6] Neurodegenerative Diseases, Biofiles – Sigma Aldrich laboratories-, Vol. 7, No. 2. 2008.
- [7] S. Perlman, Evaluation and management of Ataxic disorders: An Overview for Physicians, National Ataxia Foundation, ISBN 0-943218-14-4, 2016.
- [8] M. Singh, M. Singh y Paramjeet, "Neuro-degenerative disease diagnosis using human gait: a review", *IJITKM Journal*, vol. 7, no. 1, pp. 16-20, 2013.
- [9] S. Sprager y M. Juric, "Inertial Sensor-Based Gait Recognition: A Review", *Sensors*, Vol 15. Pp. 22089-22127, 2015.

Guía de diseño para mejorar la aprendibilidad de indicaciones auditivas

Teresita de Jesús Álvarez Robles¹, Francisco Javier Álvarez Rodríguez², Edgard Benítez-Guerrero³

^{1,3} Facultad de Estadística e Informática, Universidad Veracruzana, Av. Xalapa esq. Manuel Ávila Camacho s/n, Col. Obrero Campesina, Xalapa, Ver., 91020. Xalapa, Veracruz, México.

¹zS16017368@uv.mx, ³edbenitez@uv.mx

² Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad, Col., Aguascalientes, Ags.. Aguascalientes, Aguascalientes, México.

²fjalvar@correo.uaa.mx

Resumen.

Existen guías de diseño enfocadas a aplicaciones ya sea de escritorio o dispositivos móviles en general; sin embargo, dichas guías no cubren las características necesarias cuando se trata de adaptar una aplicación para una persona con algún tipo de discapacidad. En algunos casos, además se presentan dificultades al intentar aprender a usar las aplicaciones, razón por la cual se ha empezado a trabajar en mejorarlas o hacer nuevas propuestas. El propósito de este trabajo es entregar una guía que sirva de apoyo para desarrollar aplicaciones de asistencia en dispositivos móviles que hagan uso de realidad aumentada para usuarios ciegos, la cual se enfoca en mejorar la aprendibilidad de lo que el usuario escucha. Se presenta una propuesta de la guía y de las actividades realizadas con usuarios, los cuales se incluyeron desde el inicio en el desarrollo del proyecto para obtener una guía útil y con su uso lograr que los mensajes sean fáciles de seguir y aprender.

Palabras Clave: Guías de diseño, Learnability, O&M, IHC, DCU, Realidad Aumentada.

1 Introducción

Existen varios estudios que se han realizado sobre la aprendibilidad (Learnability), (Ziefle, 2002), (Paymans, Lindenberg, & Neerincx, 2004), (Broll, Keck, Holleis, & Butz, 2009), (Leung, 2009); sin embargo, aún existen pocas investigaciones que expliquen cómo la aprendibilidad debe ser definida, medida y evaluada, particularmente en el ámbito de las aplicaciones móviles que hacen uso de la Realidad Aumentada (RA) y que se centran específicamente en usuarios ciegos.

En (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009), se menciona que existen dos usos comunes del término "aprendibilidad" también conocido como "*learnability*". El

primero describe la capacidad de los usuarios para que los mismos puedan realizar tareas por inercia o de "primer instinto" (Sauro, 2013).

Nielsen considera que la aprendibilidad forma parte de la usabilidad (*Usability*), y describe a la misma como un sistema que debe ser fácil de aprender, así el usuario podrá rápidamente realizar algunos trabajos del sistema de manera correcta (Nielsen, 1994).

La segunda definición según (Sauro, 2013) es la facilidad de uso con el tiempo. Básicamente, el rendimiento de las tareas, el cual también es medido con las métricas de usabilidad básicas y mejora después de varias "pruebas".

En pocas palabras, un sistema que sea fácil de aprender debe ser aquel que reduzca el tiempo que le tome al usuario para completar una tarea, de esta manera se podrá determinar la usabilidad del mismo al estar ligadas.

Cabe mencionar que, en nuestro caso de estudio, la información que recibirán los usuarios será por medio de audio, esto debido a que con base en la literatura y los trabajos realizados enfocados en usuarios ciegos, resulta ser el mejor medio por el cual el usuario recibe la información de manera que la interpretación para el mismo es fácil y si se proporciona de manera correcta el usuario no se ve saturado de información innecesaria. Lo que se pretende lograr, entonces, es que la aplicación a realizar retroalimente al usuario con la información necesaria para que, conforme al uso, el usuario pueda aprender y tener consciencia del lugar en el que se encuentra.

En los siguientes apartados se realiza un breve análisis de algunas propuestas de guías de diseño enfocadas a aplicaciones en general y, a su vez, se aborda el concepto de orientación y movilidad (O&M) de una persona ciega y las guías que existen en el desplazamiento de los mismos en lugares abiertos.

Posteriormente, se realizan las pruebas necesarias haciendo uso de la guía propuesta para evaluar si es adecuada o no, se describen los resultados obtenidos de las pruebas mencionadas y, por último, en las conclusiones se justifica si la guía propuesta facilita al usuario ciego el recordar, aprender los mensajes recibidos y por consiguiente saber si el trabajo es útil o no.

2 Propuesta de guía de diseño

2.1 Guía de diseño

En algunos trabajos se han adaptado las guías de diseño para aplicaciones de escritorio y se han adecuado las mismas para aplicaciones en dispositivos móviles como es el caso de (Gong & Tarasewich, 2004). En su trabajo se toman las ocho reglas de oro del diseño de interfaces de Shneiderman (1968) y se hace mención a la utilización de la mitad de las mismas, ya que estas pueden ser usadas para el diseño de interfaces en dispositivos móviles sin cambios explícitos.

De estas guías de diseño, las que se modificaron en el trabajo de (Gong & Tarasewich, 2004) fueron las cuatro últimas (Consistencia, Fácil reversión de las acciones, Prevención de errores y errores simples, y Reducir la carga de memoria), y se agregaron seis más (Diseño para contextos múltiples y dinámicos, Diseño para dispositivos pequeños, Diseño para atención limitada, Diseño para interacciones "arriba-abajo", Permitir la personalización y Diseño divertido). Como resultado se obtuvo una guía que puede ser utilizada para el desarrollo de interfaces de aplicaciones para dispositivos móviles. Sin embargo, aún no se hace mención del uso de audio y su adaptabilidad en las interfaces centradas en los usuarios.

Existen proyectos que trabajan con dispositivos móviles y RA, como es el caso de (Henrysson, Billinghamurst, & Ollila, 2005), el cual propone un juego donde la retroalimentación tanto visual como de audio son muy importantes. En (Thomas, y otros, 2000) trabajan con *ARQuake*, cuya propuesta es poder transportar su juego a un ambiente de RA haciendo uso de marcadores tanto para exteriores como interiores; sin embargo en ese trabajo al hacer uso del GPS, se presenta un error de <50m en la ubicación; por lo tanto, se sugiere el uso de marcadores para el seguimiento en áreas extensas, por ejemplo, en entornos de prueba como un campus.

Como éstos, existen otros trabajos enfocados en guías de diseño para el desarrollo de aplicaciones en dispositivos móviles y algunas guías que se tienen en la actualidad son las propuestas por (Android, 2009), Apple (Inc., 2014), (BlackBerry, 2015) y (Windows, 2015). Cabe destacar que, a pesar de ser guías para aplicaciones "generales" en dispositivos móviles, existen algunos puntos que pueden ser adaptados a casos de RA en aplicaciones enfocadas principalmente a usuarios ciegos.

2.2 Orientación y movilidad

Para asegurarnos que la propuesta a realizar en este trabajo sea la correcta, debemos entender cómo el usuario percibe el concepto de O&M.

En el ámbito de las personas ciegas la "orientación" se define como el conocimiento de la posición física de la persona en relación con los objetos que se encuentran en el medio. Por otra parte, la "movilidad", se define como la habilidad que tienen para moverse de una posición a otra dentro de su medio ambiente.

Para apoyar al usuario en estos procesos de O&M están los puntos de referencia y de información. Los puntos de referencia son cualquier objeto, sonido, olor o indicador táctil que sea **único, permanente** y de **localización accesible**; por otro lado, un punto de información es cualquier estímulo auditivo, táctil, kinestésico, visual u olfativo que pueda dar al usuario información útil para orientarse, pero que no cumpla alguna de las tres características descritas del punto de referencia.

También es necesario que el usuario sea capaz de comprender la **reversibilidad** del proceso, es decir, que sepa el camino de vuelta (Educativa, 2014).

De esta manera y tomando como referencia las guías de diseño que existen y los conceptos que son útiles para un usuario ciego, nuestro objetivo es proponer una guía de diseño la cual se pueda aplicar a una aplicación de asistencia móvil haciendo uso de RA.

2.3 Guía propuesta

Se propone la siguiente guía de diseño para aplicaciones móviles que hagan uso de realidad aumentada y que estén centradas en personas ciegas.

11. La aplicación deberá estar situada dentro de una infraestructura en específico (realización de recorridos *indoor*).
12. La retroalimentación hacia el usuario será determinada por la posición y la orientación del usuario con respecto al marcador en el entorno real.
13. La información relevante será enviada al usuario, haciendo uso de RA a través de audio, es decir, cuando se identifique un marcador, éste devolverá la información correspondiente a través del dispositivo móvil.
14. La interfaz del usuario hará uso de la cámara del dispositivo móvil con el propósito de localizar los marcadores para así poder retroalimentar al usuario por medio del audio.
15. Se debe buscar la **consistencia** en situaciones similares; se debe utilizar una terminología idéntica en los audios (Shneiderman, 1968).
16. Mantener un mismo tipo de voz y género, en todos los audios que conformen un recorrido dentro de una institución.

17. Manejar claridad al dar la instrucción al usuario, así como manejar pausas en caso de ser necesarias.
18. Ofrecer retroalimentación informativa, es decir, cada que se detecte un marcador se debe reproducir un tono en específico al inicio y final del mismo como identificación de la acción respectivamente.
19. Reducir la carga de memoria, es decir, se debe manejar un número estándar de instrucciones, las cuales deben ser concisas sin llegar a saturar al usuario de información innecesaria, independientemente si el usuario es experto o no (tomando en cuenta la capacidad de memoria de un usuario ciego de nacimiento y uno adquirido) (Shneiderman, 1968).
20. Las instrucciones deben estar dadas en términos de las "técnicas de reloj".

La guía propuesta hace uso de algunas recomendaciones hechas por Shneiderman pero enfocadas a cubrir las necesidades del usuario ciego. Con esto, se espera que el usuario se pueda movilizar de forma segura e independiente y sepa desplazarse con la aplicación resultante y uso correcto del bastón; en el caso tecnológico, se espera que siguiendo esta guía propuesta, la aplicación sea útil, fácil de usar y que los audios principalmente sean fáciles de aprender y entender y que la información dada, proporcione los puntos relevantes que espera un usuario ciego.

3 Pruebas Apresto y de Evaluación

3.1 Perfil del Usuario

Debe quedar claro que los usuarios que harán uso de la aplicación deben ser totalmente ciegos y cubrir las siguientes características:

- Usuario ciego, ya sea de nacimiento o adquirido.
- Edad comprendida entre los 17 y los 70+.
- Conocimientos básicos de orientación y movilidad.
- Tener conocimiento de las técnicas de reloj.
- Hacer uso del bastón blanco.
- Manejo de dispositivo móvil.
- Contemplar que no tenga ningún tipo de problema auditivo.
- Sin discapacidad motriz.

Para llevar a cabo las tareas se utilizó un grupo experimental, en donde el total de la muestra estaba constituido por cinco personas.

Todos los participantes son ciegos (ver Tabla 1). Cabe mencionar que en (Lowdermilk, 2013) se menciona que Jakob Nielsen opina que se pueden conseguir los mejores resultados con un mínimo de cinco usuarios.

Tabla1. Datos generales de los participantes que forman parte del grupo experimental

Caso	Sexo	Edad	Grado de visión
1	M	30	Ciego Total. Adquirido.
2	M	20	Ciego Total. Adquirido.
3	F	22	Ciego Total. Congénito.
4	M	44	Ciego Total. Congénito.
5	F	43	Ciego Total. Congénito.

Además, afirma que la mayoría de los errores de usabilidad son descubiertos por los primeros cinco usuarios, después de éstos, es poco lo que se aprende. Por lo tanto, el estudio de más de cinco usuarios no agrega un valor adicional. En todo caso hace que el estudio sea más complejo y difícil de manejar (Lowdermilk, 2013).

3.2 Prueba Apresto con base en el audio siguiendo la guía de diseño propuesta

3.2.1 Pruebas Apresto

Estas se refieren a las tareas que debe realizar el usuario para poder hacer uso de la aplicación. Con el fin de que el usuario entienda los conceptos básicos que se utilizarán al ser retroalimentado por la aplicación, principalmente se trabajan aspectos de Habilidades Cognitivas de Navegación.

Entendimiento de las instrucciones. Los usuarios utilizando la aplicación deben escuchar los audios propuestos. Al finalizar, se les realiza una serie de preguntas con la finalidad de saber si se cubren o no sus necesidades con respecto a la información proporcionada.

Recorriendo un entorno real. Cada usuario hará uso del dispositivo móvil al inicio del recorrido, ofreciéndole de manera breve las instrucciones necesarias. Se debe observar cada detalle del recorrido realizado por el usuario y registrar la información. Una vez que llega al punto de destino, se le aplica otro instrumento de evaluación acerca de su experiencia con el dispositivo móvil en el entorno real.

3.2.2 Métricas de evaluación

Se siguieron los instrumentos mostrados a continuación con el objetivo de poder evaluar las actividades realizadas por los usuarios con discapacidad visual:

Evaluación del mensaje. Se definieron 5 aspectos considerados importantes al momento de analizar la información proporcionada a los usuarios. Estos aspectos se deben tomar en cuenta ya que son un punto fundamental para poder evaluar el mensaje que se les proporciona al hacer uso de la aplicación en cuanto a su contenido, siguiendo la guía propuesta.

Métricas de usabilidad y de tareas. Se utilizaron las métricas de usabilidad y de tareas propuestas en (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009) para evaluar los problemas que presentan los usuarios ciegos al momento de trasladarse haciendo uso de la propuesta.

3.3 Procedimiento

El *software* utilizado para llevar a cabo las practicas fue embebido en un dispositivo móvil el cual hace uso de la cámara del mismo para identificar los marcadores que se encuentran en el recorrido del lugar, para proporcionar el audio correspondiente una vez que reconoce el marcador haciendo uso de RA en el entorno real.

Cada uno de los puntos mencionados en las métricas de evaluación, se realizaron en dos etapas: la primera se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) y en el DIF Municipal de Aguascalientes, mientras que la segunda se dividió en dos partes, la primera parte consistió en llevar a cabo las instrucciones que escuchaba el usuario en un entorno indistinto y la segunda parte en realizar el recorrido en el entorno real. Las rutas que podían seguir fueron seleccionadas para los usuarios ciegos dentro de las instalaciones de la UAA comenzando por la entrada oriente de la institución, ver Figura 1.



Figura 1. Usuarios recorriendo el entorno real del caso de estudio

Las pruebas, al inicio, se llevaron a cabo en un entorno indistinto para visualizar la reacción de los usuarios con respecto al audio recibido y posteriormente se realizó la prueba en el entorno real. En el caso de que el usuario ciego no supiera las técnicas de

reloj se especificaba una actividad de apresto para una mejor comprensión de la actividad a realizar.

De esta manera, se realizaron las actividades en el entorno real, donde los usuarios realizaron las actividades tratando de lograr un objetivo en específico, siendo éste el llegar a un punto dado al inicio del recorrido dentro de la UAA.

Las pruebas se realizaron enfocadas a la aprendibilidad de los mensajes con el objetivo de que las propuestas realizadas con base en la guía sean usables para el usuario ciego sin sobrecargarlos de información.

4 Resultados

Para evaluar el mensaje de la aplicación realizada con base en la guía propuesta se tomaron en cuenta 5 aspectos considerados en (Rojas, 1990) en donde se evalúan la claridad del mensaje, la facilidad de seguir las indicaciones y de recordarlas, el apoyo que brindan las mismas y la facilidad de reconocimiento del mismo. Se llevó a cabo una evaluación para cada uno de estos aspectos en donde se obtuvieron los resultados esperados por parte de los usuarios, los cuales hicieron algunos comentarios. Sin embargo, los audios que siguen las características de la guía son aceptables para los usuarios.

En la evaluación general de los mensajes, la opción "todos los casos" fue elegida por el 80% de los usuarios, esto quiere decir que los audios presentados retroalimentan al usuario correctamente. En cuanto al porcentaje restante, se tomarán en cuenta los comentarios de los usuarios para mejorar los mensajes.

En general se observó que de manera individual las personas que tuvieron algún problema para entender el mensaje fueron aquellas que adquirieron la discapacidad y por lo tanto, no están del todo relacionadas con aspectos como las técnicas de reloj. Por otra parte, las métricas que se utilizaron, fueron las propuestas en (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009), las cuales están basadas en el desempeño de la tarea.

Tabla 2. Métricas de tareas: Métricas basadas en el desempeño de las tareas

	Cantidad de usuarios	Porcentaje
T1. Porcentaje de usuarios que completaron la tarea de manera óptima	5	100%
T2. Porcentaje de usuarios que completaron la tarea sin ninguna ayuda	3	60%
T3. Capacidad para realizar tareas de manera óptima después de un determinado tiempo	4	80%
T4. Disminución de errores de tareas realizadas en un periodo de tiempo	4	80%
T5. Tiempo hasta que el usuario logra completar una tarea con éxito	5	100%
T6. Calidad del trabajo realizado durante una tarea	4	80%

En la Tabla 2 se puede observar que, en la primera tarea, el 100% de los usuarios lograron completarla, es decir, llegar al destino especificado en un comienzo. En la segunda tarea, los usuarios con ceguera adquirida presentaron algunas dificultades en el traslado, y fue necesario indicarles algún punto de referencia para que pudieran retomar su camino.

Una vez que se encontraban inmersos en llegar a un lugar en específico, la mayoría de ellos (80%) fue mejorando sus propias técnicas. En cuanto al tiempo que tardaron en completar la tarea, fue menor al hacer uso de los marcadores ya que comentaban que al no tener indicaciones previas o un apoyo como el brindado, el encontrar el lugar que se les había indicado les hubiese llevado bastante tiempo tomando en cuenta que en el camino tampoco existen muchas personas a quienes se les pueda solicitar apoyo, y en cuanto a la calidad del trabajo realizado, se vio que el usuario siguiera las indicaciones previas al uso de la aplicación ya en el entorno real, en donde sólo una persona se desorientó al equivocarse al seguir una indicación debido a que el trayecto se le hizo un poco extenso.

5 Discusión de los Resultados

A pesar de existir trabajos enfocados en dispositivos móviles y en algunos casos en RA, con base en la literatura investigada se observa que son pocos o nulos los trabajos que estén enfocados a usuarios con discapacidad visual.

Al hacer uso de los aspectos considerados por (Rojas, 1990) para la evaluación de los mensajes proporcionados a los usuarios y del uso de las métricas propuestas por (Grossman, Fitzmaurice, & Attar, 2009), se logra observar que la aplicación realizada con base en la guía propuesta proporciona mensajes que son fáciles de recordar y se logra un aporte el cual permite a los desarrolladores lograr aplicaciones que sean usables y fáciles de aprender y recordar para el usuario ciego, debido a que se involucran aspectos de RA, O&M, usuarios ciegos y dispositivos móviles.

Sin embargo, aún se deben de realizar mejoras con base en los comentarios de los usuarios ciegos, para obtener mejores resultados al momento de realizar las tareas en los espacios establecidos. Cabe mencionar, que no existe una comparación como tal con trabajos previos debido a que los mismos trabajan con usuarios normovisuales y las comparaciones podrían no ser adecuadas tomando en cuenta que para este caso nos centramos en usuarios ciegos.

6 Conclusiones

En este trabajo se introdujo la propuesta de una guía de diseño para el desarrollo de aplicaciones móviles que hacen uso de RA y favorecen la aprendibilidad de indicaciones auditivas con el propósito de apoyar al usuario ciego en aspectos de O&M dentro de un espacio en específico.

Las técnicas de reloj empleadas en los audios proporcionados a los usuarios fueron fácilmente aceptados por los mismos. Cabe mencionar que, en el caso de los usuarios con ceguera adquirida, fue necesario introducirlos brevemente para que lograran comprender las instrucciones, y se realizaron pruebas apresto con los usuarios para concientizarlos más en el aspecto de las técnicas de reloj.

En general, los usuarios ciegos, no necesitaron de apoyo extra para poder utilizar la herramienta y en cuanto al aprendizaje de los audios se observó que los mismos fueron de gran ayuda para poder representar el recorrido mentalmente en un entorno tanto de prueba como en el entorno real.

Una vez puesta en práctica la guía con base en la aplicación propuesta, se obtuvieron resultados favorables con base en las evaluaciones realizadas. De esta manera se abre una nueva posibilidad de estar seguros que las instrucciones dadas en un *Software* de este tipo a usuarios ciegos serán entendibles y fáciles de seguir para los mismos.

Finalmente, a futuro se pretenden realizar más tareas con los usuarios y el uso de la propuesta, con el propósito de ir aumentando o modificando puntos a la guía para lograr la aprendibilidad de las mismas en usuarios ciegos. Con esto se busca ofrecer al usuario un mejor apoyo para poder trasladarse dentro de una institución siendo conscientes de que las indicaciones dadas cubren sus necesidades y por lo tanto son fáciles de aprender dando como resultado un *Software* usable para el mismo.

Agradecimientos

El primer autor agradece el apoyo por parte de CONACYT para la realización de sus estudios de posgrado. Se agradece el apoyo a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por prestar sus instalaciones para poder realizar las pruebas.

7 Referencias

- Android. (2009). *Developers*. Obtenido de <https://developer.android.com/design/get-started/principles.html>
- BlackBerry. (Febrero de 2015). *BlackBerry Developers*. Obtenido de <http://developer.blackberry.com/design/bb10/>
- Broll, G., Keck, S., Holleis, P., & Butz, A. (2009). Improving the accessibility of NFC/RFID-based mobile interaction through learnability and guidance. *Proceedings of the 11th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services* (pág. 37). ACM.
- Educativa, I. d. (18 de 04 de 2014). *Educación Inclusiva*. Obtenido de http://www.ite.educacion.es/formacion/materiales/129/cd/unidad_6/m6_toma_direccion.htm
- Gong, J., & Tarasewich, P. (2004). Guidelines for Handheld Mobile Device Interface Design. *Proceedings of DSI 2004 Annual Meeting* (págs. 3751-3756). Citeseer.
- Grossman, T., Fitzmaurice, G., & Attar, R. (2009). A survey of software learnability: metrics, methodologies and guidelines. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 649-658). ACM.
- Henrysson, A., Billingham, M., & Ollila, M. (2005). Face to Face Collaborative AR on Mobile Phones. *Mixed and Augmented Reality 2005. Proceedings. Fourth IEEE and ACM International Symposium on* (págs. 80-89). IEEE.
- Inc., A. (2014). *iOS Human Interface Guidelines*. Apple Inc.
- Leung, R. (2009). Improving the learnability of mobile device applications for older adults. *CHI'09 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (págs. 3125-3128). ACM.
- Lowdermilk, T. (2013). *User-Centered Design: A Developer's Guide to Building User-Friendly Applications*. O'Reilly Media, Inc.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- Paymans, T., Lindenberg, J., & Neerincx, M. (2004). Usability trade-offs for adaptive user interfaces: ease of use and learnability. *Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces* (págs. 301-303). ACM.
- Rojas, R. (1990). *Redacción comercial estructurada*.
- Sauro, J. (April de 2013). *How to Measure Learnability*. Obtenido de Measuring U: <http://www.measuringu.com/blog/measure-learnability.php>
- Shneiderman, B. (1968). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson Education India.
- Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M., & Piekarski, W. (2000). ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person. *In Wearable Computers, The Fourth International Symposium on* (págs. 139-146). IEEE.
- Windows. (Febrero de 2015). *Windows*. Centro de desarrollo. Obtenido de <https://dev.windows.com/es-es/>
- Ziefle, M. (2002). The influence of user expertise and phone complexity on performance, ease of use and learnability of different mobile phones. *Behaviour & Information Technology*, 21, págs. 303-311.

APP Móvil para el Desarrollo de Habilidades Psicomotrices Mediante el Uso de Técnicas de Gamificación

Alma Laura Esparza Maldonado¹, Francisco Javier Álvarez Rodríguez², Edgard Benítez-Guerrero³

^{1,3} Universidad Veracruzana-Campus Xalapa, Av. Xalapa Esq. Ávila Camacho S/N, Xalapa, Veracruz, México.

² Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad 940 Ciudad Universitaria, Aguascalientes México.

¹ alma2_laura5@hotmail.com, ² fjalvar@correo.uaa.mx, ³ edbenitez@uv.mx

Resumen. Este documento electrónico habla de una APP para el desarrollo de habilidades psicomotrices mediante el uso de gamificación. El desarrollo emocional de los niños es el motor del desarrollo general [1]. La mayoría de los niños que presentan algún tipo de discapacidad no desarrollan completamente su psicomotricidad, por tal motivo se utiliza el juego como un motor del desarrollo individual [2]. Sin embargo el juego utiliza técnicas para fidelizar al usuario a seguir utilizándolo y motivarlo, para esto se utiliza la Gamificación; éste término es la utilización de mecánicas de juego para potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización etc., para ayudar a desarrollar habilidades [3]. Dentro de estas habilidades se encuentra la psicomotricidad fina viso-manual la cual se refiere a la coordinación que existe entre la mano y lo que se ve [4].

Palabras Clave: Psicomotricidad fina viso-manual, gamificación, aplicación móvil.

1 Introducción

Este documento presenta la propuesta de una APP para el desarrollo de psicomotricidad fina viso-manual la cual utiliza técnicas de gamificación y se encuentra dirigida a niños con discapacidad entre las edades de tres a seis años de edad, ya que, en el año 2010, en México las personas que presentan algún tipo de discapacidad es del 5.1% de ese porcentaje el 7.3% son niños menores de 14 años es decir 2 de cada 10 niños presentan un tipo de discapacidad [5].

El término de psicomotricidad se puede definir según Pérez como *la ciencia que pretende desarrollar al máximo las capacidades individuales* [6]. La psicomotricidad se divide en dos áreas: la psicomotricidad gruesa y la psicomotricidad fina, la primera de estas se refiere al control que tiene sobre el propio cuerpo, en especial los movimientos globales y amplios dirigidos a todo el cuerpo como son el equilibrio y los sentidos (saltar, brincar, correr entre otros) [4]; con respecto a la segunda se refiere a

las actividades que necesitan precisión y un mayor nivel de coordinación es decir los movimientos realizados por una o varias partes del cuerpo. El término de psicomotricidad fina está dividida en fina viso-manual, fonética, gestual, facial. La psicomotricidad fina viso-manual conduce al niño al dominio de la mano en coordinación con el ojo; en esta interviene el brazo, antebrazo, muñeca y mano [4]. Los niños en situación de discapacidad motora presentan encefalopatías no progresivas que obstaculizan o impiden el desarrollo motor normal, por lo que logran ciertas habilidades motrices en forma más lenta y/o distorsionada e incluso es posible que no las adquieran, comprometiendo sus sentidos especiales, su capacidad de aprendizaje, su razonamiento, su conducta y sus relaciones interpersonales. Por tal motivo es necesario que se desarrolle la psicomotricidad fina viso-manual y un medio es el utilizar APP en dispositivos móviles. Sin embargo es necesario utilizar medios para motivar a los alumnos, sobre todo aquellos que estimulen el deseo de aprender y valoren el esfuerzo frente al resultado. En este contexto, se deben considerar sesiones en las que se acepte como habitual el error en el proceso de aprender y en las que se tenga reconocimiento de progresos [7]. Lo que resuelve este problema motivacional es la *gamificación*. A continuación se presentan los conceptos de gamificación.

El término de gamificación es la utilización de mecánicas y dinámicas de juego que promueve el desarrollo de habilidades [8]. Otra definición indica que se trata del empleo de mecánicas de juego en entornos y aplicaciones no lúdicas para potenciar la motivación, la concentración, esfuerzo, fidelización, etc. [3].

Este artículo consta de las siguientes secciones:

1. Definición del Problema: en el cual se describe cual es la importancia de crear este tipo de APP para el desarrollo de habilidades en específico la psicomotricidad fina viso manual mediante el uso de técnicas de gamificación.
2. Desarrollo de APP: en esta sección se describe la construcción de la APP para el desarrollo de este tipo de habilidades.
3. Resultados: en este apartado se muestran los resultados de la APP y el por qué es importante el realizar las APP bajo buenas prácticas.
4. Conclusiones y Trabajo a Futuro: se concluye las aportaciones de la APP y la importancia de utilizar buenas prácticas en la construcción de la misma.

2 Definición de Problema

Los niños en situación de discapacidad motora presentan encefalopatías no progresivas, que pueden tener su comienzo antes del parto o durante él, o en la infancia temprana, y que obstaculizan o impiden el desarrollo motor normal. Las personas con discapacidad logran ciertas habilidades motrices en forma más lenta y/o distorsionada e incluso es posible que no las adquieran. Además pueden tener otras alteraciones del Sistema Nervioso Central que originen convulsiones, comprometan sus sentidos especiales, su capacidad de aprendizaje y razonamiento, su conducta y sus relaciones interpersonales.

El juego y el movimiento actúan como verdadero motor del desarrollo individual. La intervención psicomotriz realizada con niños en desarrollo, puede y debe beneficiarse de las posibilidades que aporta la conducta.

Gracias al juego, el niño puede reducir las consecuencias de sus errores (exploración) superar los límites de la realidad, proyectar su mundo interior y mostrar su forma de ser, divertirse, incorporar modelos y normas y desarrollar su personalización [9].

Las emociones son impulsoras de decisiones finales que toma el niño aunque los procesos pasen desapercibidos. El término de gamificación despierta algunas emociones en el usuario las cuales son: la satisfacción de ganar, la alegría de conseguir un objetivo, la creatividad de experimentar y descubrir nuevas partidas.

A continuación se explica detalladamente cómo conseguir emociones y motivar a los alumnos discapacitados:

- Plantear las sesiones de manera que se estimule el deseo de aprender y se valore el esfuerzo frente al resultado. Se busca tener sesiones en las que se consiga progresivamente que los sujetos disfruten practicando y aprendan a aceptar la inestabilidad de los resultados motores, es decir, no siempre se consigue el resultado esperado, pero no por eso debemos dejar de intentarlo. Sesiones en las que se acepte como habitual el error en el proceso de aprender, y en las que tengan reconocimiento los progresos, contribuirán a elevar el sentimiento de competencia y mejorarán el auto concepto [9].
- Estimular su capacidad de superación, alabando no tanto sus capacidades como su esfuerzo, dándole la oportunidad de equivocarse. Los niños deben entender que para adquirir una destreza es necesario equivocarse y que los errores forman parte de su aprendizaje, reforzando su tesón y práctica [11].
- Promocionar la motivación intrínseca y utilizar con cautela la motivación extrínseca para evitar que el control de sus conductas esté fuera del propio sujeto. Dicho de otra manera, se les debe incitar a que despierte en ellos el deseo de dominar las tareas, más que el deseo de competir directamente con sus compañeros.

En base a los tres puntos anteriores el uso de la gamificación puede ayudar a cubrir las necesidades; este término se puede definir como la utilización de mecánicas de juego en contextos no lúdicos que promueve el desarrollo de ciertas habilidades [8], o bien, la gamificación es el empleo de mecánicas de juego en entornos y aplicaciones no lúdicas con el fin de potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo, la fidelización y otros valores positivos comunes a todos los juegos [3]. La gamificación se divide en dos términos: (a) las mecánicas de juegos que permiten crear una serie de experiencias de usuario que enriquecen la actividad aportando un mayor atractivo y motivación y (b) las dinámicas de juego que son las necesidades e inquietudes humanas que motivan a las personas.

Por un estudio realizado, los niños que conforman actualmente la sociedad son niños que se familiarizan de forma innata con la tecnología: tablet, celulares, computadoras de escritorio o portátiles [12]. Esta tecnología permite desarrollar el lado emocional del niño.

3 Desarrollo de la APP

Es necesario realizar este tipo de APP utilizando técnicas de gamificación que ayuden al usuario a mantenerse constante en su utilización; por tal motivo, a continuación se presenta un estudio de las técnicas de gamificación que mejor cubren las necesidades anteriormente mencionadas. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó un modelo inspirado en espiral [13].

3.1 Selección de Técnicas de Gamificación

Para la selección de técnicas de gamificación se realizó una comparación con respecto a todas las técnicas y las necesidades de una persona con discapacidad (ver Tabla 1).

Técnicas de Gamificación	Competitivo	Reconocimiento al Progreso	Reconocimiento al Esfuerzo	Estimulación para continuar	Multijugador
Mecánicas de Juego					
Recolección	X	X	X	X	X
Puntos		X	X	X	
Niveles		X		X	
Premios			X	X	
Bienes Virtuales		X	X	X	
Clasificadores	X	X	X	X	X
Desafíos	X			X	X
Misiones o Retos		X	X	X	
Regalos		X	X	X	
Dinámicas de Juego					
Recompensa		X	X	X	
Estatus		X	X	X	
Logro		X	X	X	
Expresión (o auto expresión)	X		X		X
Competición	X	X	X		X
Altruismo					X

Tabla 1 Propiedades principales que debe de cubrir las Técnicas de Gamificación en un Juego.

3.1 Diseño de Aplicación

La determinación de las necesidades del usuario comenzó con la entrevista a los expertos. La entrevista se realizó con la maestra de una escuela para niños con distintas

capacidades. En el análisis obtenido en esa entrevista se determinó que es necesario desarrollar la psicomotricidad específicamente fina viso-manual de cada niño entre tres y seis años de edad con diferentes capacidades y que no hayan desarrollado este tipo de habilidad. Además se observó que el usuario al manipular juegos de mesa llega un momento en el que pierde el interés.

Otra de las actividades que se realizó fue el trabajar con los niños entre estas edades para observar sus reacciones con respecto a dispositivos móviles teniendo una favorable respuesta. En base a lo observado en la escuela se platica con el experto en el área de ingeniería de software y se determinan los puntos necesarios que deberá cubrir la APP para un buen desarrollo de esta habilidad.

En el análisis de requerimientos se investigan los términos para determinar los objetivos que deberá cubrir la APP. Uno de los términos es la gamificación, de la cual se seleccionan las técnicas específicas que requieren este tipo de usuarios [13]. Los requerimientos obtenidos son los siguientes ver Tabla 2:

No. Requerimiento Funcional	Requerimientos Funcionales
1	Interfaz gráfica eficiente para móviles, para el usuario.
2	Utilizar cómo técnica de gamificación el logro, nivel.
3	Catálogo de logros, y Niveles.
4	Identificador de estado del logro obtenido o por obtener.
5	Utilizar cómo técnica de psicomotricidad fina viso-manual Ensartar un cordón, Encajar y desenchajar objetos, Picado con punzón.
6	Catálogo de actividades con técnica de psicomotricidad fina viso-manual
7	Verificador de estado de la actividad de psicomotricidad
No. Requerimientos No Funcionales	Requerimientos No Funcionales
1	El componente está basado en java.
2	El componente es independiente e íntegro.

Tabla 2. Tabla de requerimientos Funcionales y No Funcionales.

Una vez realizado el análisis de requerimientos, se construyó un prototipo para probar las técnicas de gamificación (ver Fig. 1) con el usuario y determinar si cumple con las características necesarias para cumplir su objetivo.

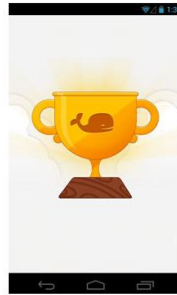


Fig. 1. Diseño de técnica de gamificación “Logro” la cual está diseñada en base a una copa para visualizar el comportamiento del menor al momento del que se le presenta esta técnica.

Las pruebas que se realizaron previamente a las técnicas de gamificación fueron a la aceptabilidad del usuario con respecto a las técnicas de gamificación seleccionadas (ver Fig. 2).

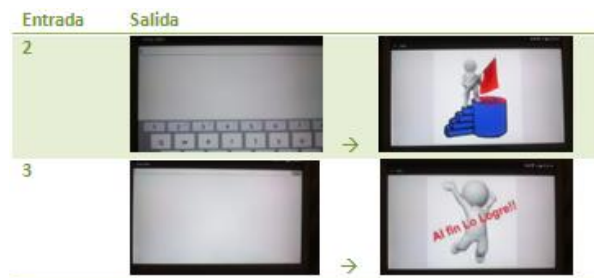


Fig. 2. Prueba de técnicas de gamificación “Logro” al presentar distintos diseños de la técnica realizada.

3.2 Rediseño de técnica de gamificación e implementación de técnica de psicomotricidad fina viso-manual.

En base a la prueba realizada con el usuario en base a las reacciones que se tenía con respecto a la técnica de gamificación se obtuvo la siguiente respuesta (ver Tabla 3). La evaluación se clasifica de 1 a 5 siendo el 5 cumple y 1 no cumple

No. Riesgo	Interfaz	Evaluación
1	Técnica de gamificación Logro	4

2	Reacción satisfactoria con respecto a la técnica de gamificación logro	1

Tabla 3. Tabla de evaluación de la versión 1.

En base a la prueba realizada y los resultados obtenidos se rediseñó las técnicas de gamificación y se implementó la técnica de psicomotricidad fina viso-manual (ver Fig. 3).

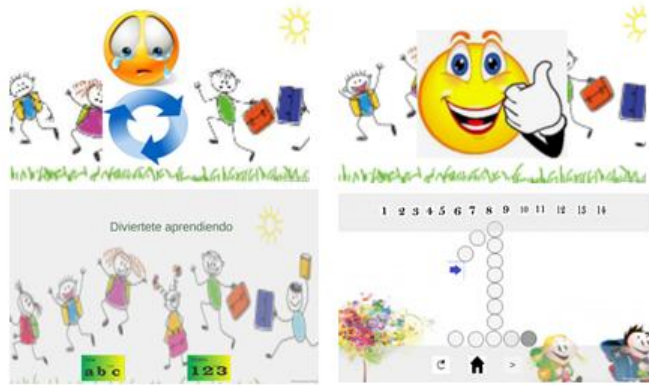


Fig. 3. Aplicación de psicomotricidad la cual incluye técnica de gamificación “Logro” y la técnica de “Picado con Punzón”.

La tabla 5 se utilizó para realizar las pruebas, esta se llenará en base a una escala indicando la siguiente clasificación: 1- Totalmente Inaceptable, 2- Disconforme, 3- Aceptable, 4-Bueno, 5-Excelente.

Técnicas de Gamificación	
1	Técnica Triste
2	Técnica Feliz
3	Aceptación de técnicas
4	Interfaz Gráfica
Técnicas de Psicomotricidad Fina viso-manual	
1	Funcionalidad
2	Aceptación de Técnicas
3	Facilidad de uso
4	Apoyo en temas que se ven en clases
5	Adecuado para la edad
6	Aceptación de Interfaz Gráfica

Tabla 5. Tabla de respuesta y aceptabilidad de la aplicación por parte del niño con discapacidad en base a la observación realizada en las pruebas.

Pruebas: Las pruebas se realizaron a niños de la fundación “FunDown” entre edades de 3 a 6 años de edad, que presentan una condición de trisomía 21 y un déficit en el desarrollo de la psicomotricidad fina viso-manual. En la Fig. 4 se puede observar a los niños manejando esta aplicación obteniendo los resultados de la Tabla 5, la cual nos da un punto para poder analizar y determinar la aceptabilidad de la aplicación en base a los usuarios, y la evaluación que se le dio al APP.



Fig. 4. Pruebas realizadas a niños con trisomía 21 que presentan poca habilidad en su psicomotricidad fina viso-manual.

En base a las pruebas, se llenó la tabla por cada individuo, teniendo en promedio la información de la Tabla 5.

Técnicas de Gamificación		
1	Técnica Triste	3
2	Técnica Feliz	4
3	Aceptación de técnicas	4
4	Interfaz Gráfica	2
Técnicas de Psicomotricidad Fina viso-manual		
1	Funcionalidad	3
2	Aceptación de Técnicas	4
3	Facilidad de uso	2
4	Apoyo en temas que se ven en clases	5
5	Adecuado para la edad	5
6	Aceptación de Interfaz Gráfica	2

Tabla 5. Tabla de respuesta y aceptabilidad de la aplicación por parte del niño con discapacidad en base a la observación realizada en las pruebas.

4 Conclusiones

La APP desarrollada en base a las pruebas realizadas se encuentra cumpliendo su objetivo en la mayoría de los niños. Esto se ha logrado por medio del seguimiento de un buen proceso en el desarrollo de la APP, lo cual ha permitido que por medio de la ingeniería de software se realicen aplicaciones en base a las necesidades del usuario y satisfacerlos de tal manera que pueda desarrollar las habilidades necesarias para su crecimiento personal. El trabajo a futuro consiste en desarrollar más técnicas para el desarrollo de psicomotricidad fina viso-manual y ver el avance que se ha tenido en los niños con el uso de esta APP en referencia del primer prototipo con respecto al segundo prototipo incrementado con más técnicas para el desarrollo de habilidades específicamente la psicomotricidad fina viso-manual.

Referencias

- [1] R. Lucerga y M. Sanz. Puentes invisibles: el desarrollo en niños con discapacidad visual grave. Organización Nacional de Ciegos Españoles 2004.
- [2] Berruezo y Adelantado. El contenido de la Psicomotricidad. *Psicomotricidad: prácticas y conceptos*, pp. 43-99, 2000.
- [3] Gamificación. *Gamificación*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2014, de <http://www.gamificacion.com>.
- [4] T. Ardanaz. La Psicomotricidad en Educación Infantil. *Innovación y experiencias Educativas*, pp. 1-10, 2009.
- [5] INEGI. *Cuentame*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2014, de <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=P> (2010).
- [6] IdeasPropias, R. Pérez. *Psicomotricidad. Desarrollo psicomotor en la infancia*. (2004).
- [7] F. Villegas, A. Ruíz. *Orientaciones didácticas para el trabajo con alumnos con discapacidad auditiva, visual y motora*. Recuperado el 09 de septiembre de 2016, <http://www.efdeportes.com/efd148/alumnos-con-discapacidad-auditiva-visual-y-motora.htm> (2010)
- [8] E. Melchor. Gamificación y E-Learning: Un ejemplo con el juego del pasapalabra. *EFQUEL Innovation Forum*, pp137-144, 2012.
- [9] R. Herrador, *Gincana Terapéutica: El juego*, Recuperado el 16 de enero de 2016, <http://gincanaterapeutica.blogspot.mx/2012/04/el-juego.html> (2012).
- [10] Eztibaliz, *Educación Motivando*. Recuperado el 25 de enero de 2015, <http://educarmotivando.blogspot.mx/2012/12/motivar-en-la-discapacidad.html>, 2012.
- [11] D. Cortejoso, A. Sanchez, E. Ordaz y C. Cepeda. *Comete la Sopa*. Recuperado el 27 de Enero de 2015, <http://www.cometelasopa.com/como-mejorar-la-autoestima-en-ninos-con-discapacidad/>, 2012.
- [12] M. Díaz. Gamificación y Síndrome de Down Málaga, España: Universidad de Málaga, 2015.
- [13] A. Esparza, F. Álvarez y J. Ponce. Utilización de Gamificación para el desarrollo de psicomotricidad Fina Viso-Manual. *Contributions to the uses of Technologies for learning*, pp. 457-462, 2015.

Mejora del Aprendizaje mediante la Clasificación de recursos Educativos haciendo uso del Sistema SiCRE

Humberto Muñoz Bautista^{1,2}, Alejandro Padilla Diaz¹, Julio Cesar Ponce Gallegos¹

¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Av. Universidad #940 Ciudad Universitaria C.P. 20131, Aguascalientes, Ags., México

² Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, C.P. 86040, Villahermosa, Tabasco, México
hmuntista@gmail.com , {apadilla, jcponce}@correo.uaa.mx

Abstract. El presente trabajo muestra los resultados obtenidos por un grupo de alumnos en la materia de informática con el uso de los recursos educativos clasificados por el sistema SiCRE, dicho sistema es un sistema clasificador de recursos educativos basándose en el perfil del usuario, el cual esta dado por su estilo de aprendizaje (obtenido del test de Felder) y las competencias genéricas con que cuenta de la educación a nivel media superior. La clasificación se realiza en base a un repositorio incluido en el sistema, el cual contiene diferentes tipos de recursos educativos. El sistema clasificador trabaja tomando en cuenta el tipo de recurso definido en el metadato junto al peso asignado por la función, mostrando así los recursos educativos mejor adaptados al perfil del alumno. Los resultados obtenidos se comprobaron con la calificación obtenida entre los grupos piloto y control y mediante un estudio ANOVA para tener un respaldo estadístico del resultado obtenido por el uso del sistema.

Palabras Clave: Sistema Clasificador, recursos educativos, perfil de usuario, estilo de aprendizaje.

1 Introducción

En la actualidad la educación supone una de las preocupaciones primordiales en México, ya que se requiere que los alumnos cada día tengan una mejor educación, una mayor cantidad de conocimiento y un mayor número de herramientas que les permitan enfrentarse y resolver los problemas a los que se enfrentarán en su vida, por lo que no es de extrañar que como lo menciona Javier de Pedro C. "La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, está desplazando paulatinamente a los métodos tradicionales de enseñanza"[1]. En el área de la Computación se cuentan con varias técnicas que se podrían utilizar para mejorar las herramientas de enseñanza en la educación, entre ellas se encuentran los Sistemas Inteligentes que constituyen una fracción de la Inteligencia

Artificial, esta área de la computación se utiliza para la resolución de un amplia gama de problemas en las áreas de optimización combinatoria, diseño de artefactos, búsqueda de información, control de dispositivos y aprendizaje automático, entre otros. Por lo que si entramos a ver lo que son los Sistemas Inteligentes, en concreto a los Sistemas Clasificadores estos permitirían conocer cuál es el tipo de conocimientos que mejor se adapte al usuario, esto mediante al aprendizaje que tendría la herramienta durante el uso que haga el usuario de la misma.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente y con la inclusión de la tecnología y el avance de la misma, dentro de nuestra vida diaria, se ha propuesto y desarrollado gran multitud de herramientas para la toma de decisiones, con el uso de técnicas de la Inteligencia Artificial, como lo son los sistemas expertos, redes neuronales, programas basados en árboles de decisión, metaheurísticas y sistemas clasificadores.

2 Estado del Arte

2.1 Sistemas Clasificadores

En la actualidad los sistemas usados para la toma de decisión son uno de los campos de aplicación más fértiles de las técnicas de la Inteligencia Artificial. "La amplia aplicabilidad de estas técnicas reside en el hecho de que una gran cantidad de problemas (control de sistemas dinámicos, predicción, optimización, clasificación, planificación, búsqueda heurística, diagnosis) se reduce, o conlleva, un problema de decisión"[2]. Por tanto el estudio de los sistemas de toma de decisión es especialmente interesante, ya que cuenta con una gran variedad de posibilidades de aplicación, y satisface una necesidad creciente de sistemas de apoyo a la toma de decisión.

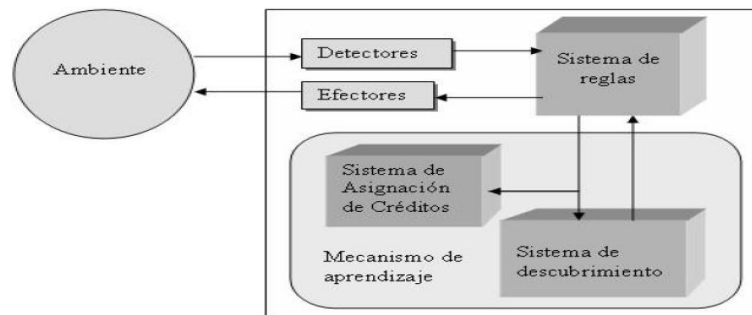


Fig. 1 Arquitectura de un Sistema Clasificador [3].

2.2 Árboles de Decisión

Los árboles de decisión son un modelo de predicción con el objetivo principal de tener un aprendizaje inductivo a partir de observaciones y construcciones lógicas.

Son muy similares a los sistemas de predicción basados en reglas, que sirven para representar y categorizar una serie de condiciones que suceden de forma sucesiva para la solución de un problema. Constituyen probablemente el modelo de clasificación más utilizado y popular. Los árboles de decisión constituyen probablemente el modelo de clasificación más utilizado y popular [4].

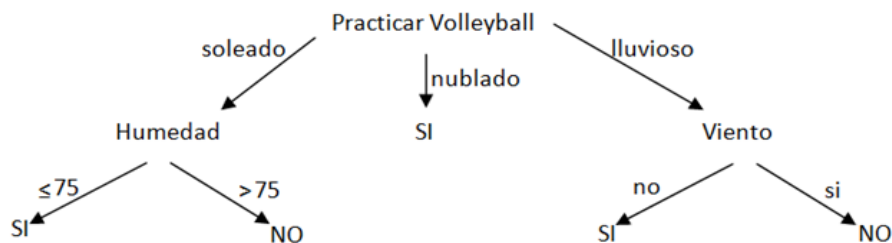


Fig. 2. Estructura de un árbol de decisión para practicar volleyball.

2.3 Recursos Educativos

"En su forma más simple, el concepto de Recursos Educativos Abiertos, describe cualquier tipo de recurso (incluyendo planes curriculares, materiales de los cursos, libros de texto, vídeo, aplicaciones multimedia, secuencias de audio, y cualquier otro material que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje) que están plenamente disponibles para ser utilizados por parte de educadores y estudiantes, sin la necesidad de pago alguno por derechos o licencias para su uso. (UNESCO, 2011)" [5], por lo tanto un recurso educativo, es cualquier tipo de recurso que se haya diseñado para su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

2.4 Test de Felder

El test de Felder es una prueba que determina el estilo de aprendizaje de una persona, fue propuesto por Felder & Silverman, el cual está conformado por 44 reactivos, a partir de los cuales se obtiene el estilo de aprendizaje basado en la recepción y el procesamiento de la información [6]. El cual presenta cuatro dimensiones: la Sensorial-Intuitiva hace referencia a la forma en que se prefiere recibir la información, la Visual-Verbal hace referencia al tipo de entrada que se prefiere; la Activa-Reflexiva implica las formas en que se prefiere procesar la información y la Global-Secuencial implica las formas en que se prefiere comprender la información. Es así que el modelo presenta ocho estilos distribuidos en cuatro dimensiones bipolares.

3 Arquitectura del Sistema SiCRE

Para el presente trabajo tomamos como base la arquitectura del sistema clasificador presentado en la Fig.1, adaptándolo a las necesidades para la clasificación de recursos educativos basado en los estilos de aprendizaje y competencias de la educación media superior, dando como resultado una arquitectura compuesta por cuatro módulos.

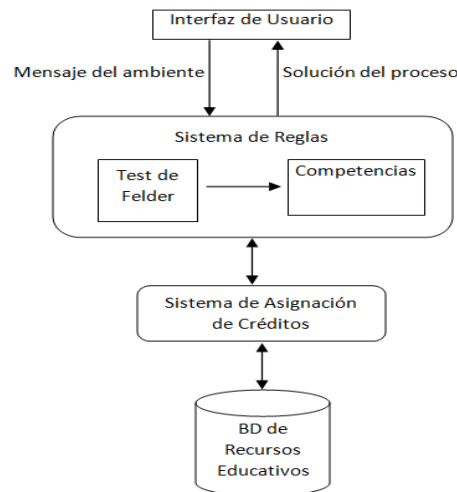


Fig. 3. Arquitectura del Sistema SiCRE[7].

El módulo de interfaz de usuario permite al usuario proporcionar la información necesaria al sistema y mostrar los resultados al usuario. El sistema de reglas cuenta con los submódulos de competencias y de test de Felder. El módulo de BD de Recursos Educativos contiene los recursos a clasificar, dichos recursos cuentan con propiedades que indican el tipo de recurso del que se trata, contexto al que pertenece y que competencia favorece. La parte central del sistema es el Sistema de Asignación de Créditos, encargado de evaluar el crédito correspondiente de cada regla usada para obtener el recurso educativo correspondiente al perfil del usuario. Cuando la interfaz de usuario recibe toda la información del ambiente, la información pasa por el sistema de reglas para construir el árbol de decisión, para acotar la clasificación del sistema y reducir el cálculo del peso para cada recurso educativo; como nodos terminales el árbol de decisión contendrá los recursos educativos adecuados al perfil del usuario. Una vez se tenga el árbol de decisión se evaluarán los pesos para cada tipo de recurso educativo recomendados para el perfil del usuario mediante la siguiente función de peso.

$$P = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{11} ai. cj \quad (5)$$

donde:

P=peso del recurso educativo en cuestión.

a = valor adecuado para el estilo de aprendizaje del usuario.

c = valor de las competencias a cumplir.

$i = \{1,2,3\} \forall i \in ax$ = índice de sumatoria.

$j = \{1,2, \dots, 11\} \forall j \in c$

4 Resultados

Para poder observar el funcionamiento y comportamiento de la arquitectura del sistema SiCRE se realizó una serie de pruebas con un grupo piloto de 20 alumnos en la materia de Informática, en la cual se impartieron 5 temas generales, para los cuales se utilizaron 30 recursos educativos (videos, presentaciones electrónicas, documentos pdf, entre otros) que se clasificaron de acuerdo al estilo de aprendizaje de los alumnos.

La información que alimenta al sistema clasificador es:

- El estilo de aprendizaje (obtenido mediante el Test de Felder); que le permite al maestro saber el estilo de aprendizaje de cada uno de sus alumnos.
- Las competencias genéricas (11 según SEP); el maestro denota con un 0 cuando el alumno NO cumple la competencia y con un 1 cuando la competencia se cumple, por lo tanto se alcanza el perfil del estudiante de educación media superior,
- El tema que se impartirá en clase es elección del maestro, considerando los 30 recursos educativos existentes por tema (Word, Excel, PowerPoint, Outlook e Internet Explorer, Access).

De esta manera el sistema construye un árbol de decisión y clasifica los recursos educativos que más le convienen al maestro para facilitar el aprendizaje de sus alumnos, y así lograr el mayor número de competencias.

El proceso del sistema es el siguiente: el sistema crea un árbol de decisión basado en el tema de la materia a impartir y calcula el peso de los recursos educativos, mediante la ecuación 1 mostrada anteriormente, donde al recurso educativo se le asigna un valor de prioridad (a_j , entre 1 y 3) determinado por el tipo de aprendizaje para el que se recomienda, si el objeto de aprendizaje cuenta con el metadato correspondiente al tipo de aprendizaje obtenido se le asignaba un valor de 3, mientras que si no tiene nada de relación se le otorgaba un 1. Para el valor c_j se asigna un valor de prioridad (entre 1 y 11) de acuerdo al orden de cumplimiento de la competencia; por lo que aquellos recursos educativos que resulten útiles para cumplir con las competencias faltantes del alumno, tendrán un valor más alto para la prioridad c_j .

Para determinar los valores correspondientes a las variables a_j y c_j , el sistema de reglas toma los valores del Test de Felder y de las competencias del alumno para evaluar los resultados y construir el árbol de decisión con los recursos educativos que cumplan con las reglas del sistema. Un ejemplo de regla del sistema sería el siguiente[7]:

- Si estilo de aprendizaje= "Visual con grado fuerte" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= documento pdf Entonces a_j = 1

- Si tema= "Word" y tema de recursos educativo= Word Entonces agregar a árbol
- Si competencia2=1 Entonces quitar de árbol
- Si estilo de aprendizaje= "Activo-Reflexivo" y metadato tipo de recurso de aprendizaje= hipertexto Entonces aj= 2
- Si competencia8=0 y metadato tipo= actividades equipo Entonces cj= 11

Una vez asignados dichos valores se realiza el cálculo correspondiente para obtener el peso del objeto de aprendizaje, el cual permitirá su clasificación, de tal manera que aquel objeto de aprendizaje que obtenga el valor más alto, será el que se adecue mejor a las necesidades del usuario, de acuerdo a su estilo de aprendizaje y a las competencias que requiere cumplir. Algunos resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Alumno	Tipo de Aprendizaje	Clasificación de Recurso Educativo
1	Visual (11)	1. Videotutorial
	Sensorial (7)	2. Software educativo
	Activo-Reflexivo	3. Hipertexto
	Secuencial-Global	4. Caso de Uso
2	Activo (9)	1. Experimento Práctico
	Visual (7)	2. Software educativo
	Sensorial (7)	3. Juegos
	Secuencial-Global	4. Tutorial

Tabla 1. Resultados de los alumnos de la materia de Informática con el sistema clasificador, indicando el recurso asignado por el sistema SiCRE [7].

A la par se impartió la misma materia de Informática a un grupo control con 20 alumnos de manera tradicional para poder comparar el resultado al final de la materia obtenido por ambos grupos. Durante la realización de la experimentación se llevaron a cabo evaluaciones diagnóstico, sumatoria y final, de tal manera que nos permitió conocer cómo iban aprendiendo los alumnos durante la impartición del curso.

En la Figura 4 se muestran los promedios por grupo del examen diagnóstico, donde se observa que el grupo control obtuvo una mejor calificación; sin embargo en la Figura 5 nos damos cuenta que para el promedio final de los grupos, el grupo control aumentó su promedio con 3.15 puntos con respecto a su examen diagnóstico y superó el promedio final del grupo control por 1.6 puntos, percatándonos que hubo una mejora mayor en el grupo piloto. Tal y como lo muestran los gráficos siguientes.

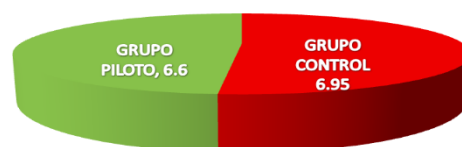


Fig. 4. Promedio del examen diagnóstico de la materia de Informática .

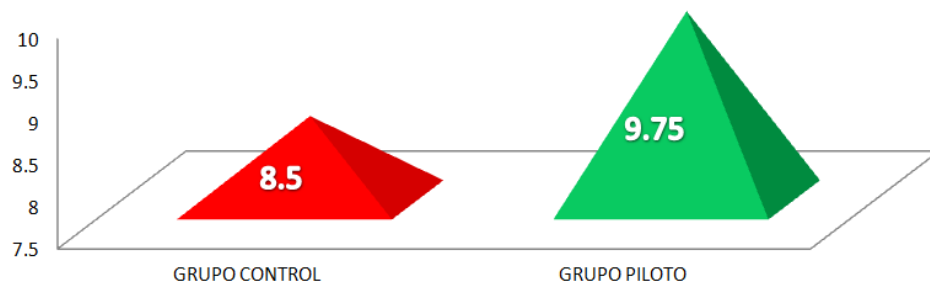


Fig. 5. Promedio del examen final de la materia de Informática .

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Control	20	170	8.5	1.5263158
Piloto	20	195	9.75	0.1973684

Tabla 2. Resumen de un factor de resultados de **examen final (Fuente propia)**.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	15.625	1	15.625	18.129771	0.000130425	4.098171661
Dentro de los grupos	32.75	38	0.861842105			
Total	48.375	39				

Tabla 3. Análisis de varianza de un factor de resultados de examen final (Fuente propia).

Para realizar el estudio ANOVA se plantean las siguientes hipótesis:

- H_0 : La media de la calificación de los grupos control y piloto son la misma.
- H_1 : La media de la calificación del grupo control es mayor a la del grupo piloto.

Las tablas 2 y 3 corresponden a los resultados de los exámenes finales posterior a la utilización del sistema SiCRE por el grupo control. En la tabla 9 se muestra el total de alumnos, suma de calificación de los alumnos, promedio y varianza por grupo. Donde se puede observar que la varianza de los datos del grupo piloto es mucho menor a la varianza del grupo control, esto debido a que en el grupo piloto en su mayoría las calificaciones fluctúan entre 9 y 10, siendo esta última la más predominante, mientras

que las calificaciones del grupo control van desde 7 a 10, teniendo un cambio entre dicho rango, lo que provoca que se tenga mayor varianza en los datos.

Para la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos por la herramienta de análisis de datos proporcionada por el programa Microsoft Excel 2003, donde se puede observar los valores arrojados por el estudio ANOVA; al comparar el valor de F con el Valor Crítico para F, tenemos que H_0 , es rechazada debido a que el valor de F es mayor al Crítico, tomando como verdadera H_1 , indicando que los cambios entre los factores en las pruebas tuvieron un efecto estadísticamente significativo y que el sistema utilizado hizo la diferencia en el aumento de aprendizaje entre los grupos.

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Los resultados obtenidos de la experimentación demuestran que el sistema SiCRE realiza una clasificación pertinente de acuerdo a los datos de entrada, permitiendo al docente proporcionar los recursos educativos acordes a los estilos de aprendizaje de su grupo de alumnos y con ello lograr un mejor aprendizaje en los alumnos. Como se puede ver en las figuras cuatro y cinco en el grupo control se tuvo una mejora del 1.55 mientras que en el grupo piloto en el que se utilizó el sistema SiCRE se alcanzó una mejora del 3.15, con lo que podemos ver una mejora en cuanto al aprovechamiento de los temas. Las estrategias del proceso enseñanza-aprendizaje como las realizadas en el presente estudio son especialmente importantes para lograr el desarrollo de un mejor aprendizaje puesto que constituirían herramientas para el desarrollo de habilidades que permitan al docente motivar o promover las habilidades de los alumnos, en tal sentido consideramos que estos resultados podrían ser usados para el planteamiento de un plan de intervención tendiente a desarrollar en el alumno habilidades cognitivas y metacognitivas.

Referencias

- [1] Carracedo, J., Martínez, C. (2012). Realidad Aumentada: Una Alternativa Metodológica en la Educación Primaria Nicaragüense. Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, 7(2), 102-108. Recuperado de : <http://rita.det.uvigo.es/201205/uploads/IEEE-RITA.2012.V7.N2.pdf>.
- [2] Giráldez Beltrón, José Ignacio. (1999). MODELO DE TOMA DE DECISIONES Y APRENDIZAJE EN SISTEMAS MULTI-AGENTE (Tesis Doctoral). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, España.
- [3] González ;, Aguilar J.: Sistemas Clasificadores en Sistemas de Control: Prueba del Mecanismo Adaptativo, XIII CLCA/VI CAC, Mérida – Venezuela. (2008)
- [4] Barrientos, M. R. E.; Cruz, R. N.; Acosta, M. G. H.; Rabatte, S. I.; Gogearcoechea, T, Ma. C.; Pavón, L. P.; Blázquez, M. S. L. : Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico. Revista Médica de la Universidad Veracruz, 9(2), 19-24 (2009)
- [5] Ministerio de Educación Nacional. Recursos Educativos Digitales Abiertos. Bogotá D.C., Cundinamarca, Colombia: Graficando Servicios Integrados.

<http://www.colombiaaprende.edu.co/reda/REDA2012.pdf> (2012). Accedido el 25 de abril de 2015

- [6] Martínez, V. J. S.; : La Minería de Datos en Educación Matemática Relación entre Estilos de Aprendizaje y Desempeño Académico. Universidad Nacional De Colombia (2011)
 - [7] Muñoz, H., Muñoz H., Padilla, A. y Ponce, J. C.(2015). "Clasificación de Recursos Educativos a través de un Sistema Basado en el Estilo de Aprendizaje y las Competencias de los Alumnos de Educación Media Superior". Anais da X Conferência Latino-Americana de Objeto e Tecnologias de Aprendizagem, ISSN 1982-1611, 217-226
-