



UNIVERSIDAD
DEL VALLE
DE ORIZABA

CONSTRUCCIÓN DE SABERES:

SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

CONSTRUCCIÓN DE SABERES:

SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO



CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Editor: **Instituto de Estudios Superiores del Valle de Orizaba, S. C.**

Primera edición, diciembre 1, 2017.

DERECHOS RESERVADOS ©2017 por:

Instituto de Estudios Superiores del Valle de Orizaba, S. C.

Prolongación Av. 20 de noviembre No. 1 Esquina Calle de los Censos y Vicente M. Corona s/n entre Privada Corona y Av. de los Censos, Col. El Espinal, C.P. 94330, Orizaba, Veracruz, México

La presentación y disposición en conjunto de:

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Son propiedad del Editor. Ninguna parte de esta obra puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema o método, electrónico o mecánico (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información), sin consentimiento por escrito del editor.

www.univo.edu.mx

ISBN: 978-607-96721-3-3

Impreso en México / Printed in México

COAUTORES

Adolfo Centeno Téllez

Alejandro Blanno Castro

Alfredo Israel García Oropeza

Ana María Alvarado Lassmann

Ángel Hernández Morales

Cesar Roberto Vázquez Trujillo

Concepción Nava Arteaga

Cutberto Fernández Loyo

Denisse Meza Morales

Elizabeth Bustos Romero

Emilia Olivos Lagunes

Eva Cabrera Cabello

Felicitas Antonio Rodríguez

Gabriel Enrique Benítez Moreno

Gabriel Rodríguez Vásquez

Gracia Aída Herrera González

Hugo Gustavo González Hernández

Irvin León García

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Jehiel Ismerai Seseña Herrera

Jorge Eliseo Simón Jourdan

José Alberto Venegas García

José Antonio Márquez González

Juan Pablo Gómez Nieto

Laura Martínez Hernández

Lucero Herrera Quitl

Luis Ramón Pérez Lezama

Manuel Panzi Utrera

Marco Andrés Gutiérrez Ramos

María Cristina Martínez Orencio

María Elena Gutiérrez Olivarez

María José Flores Yacotú

Mariana Anaí Hernández Romano

Miguel Ángel Herrera Hernández

Mónica Karina González Rosas

Nora Lina Cabrera Hernández

Oscar Yahevh Carrera Mora

Patricia Lagunes Domínguez

Patricia Quitl González

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Ramón Antonio Aragón Mladosich

Rocío Enríquez Corona

Rosa María Gómez López

Saúl Arrieta Rodríguez

Thelma Leonor Estévez Dorantes

Yazmín Rodríguez Ventura

CONSEJO TÉCNICO

Mtra. Eva Cabrera Cabello

ecabrera@univo.edu.mx

Mtro. Alejandro Blanno Castro

ablanno@univo.edu.mx

M. C. Juan Pablo Gómez Nieto

jpgomez@univo.edu.mx

Mtra. Nora Lina Cabrera Hernández

ncabrera@correo.univo.edu.mx

Mtro. Gabriel Enrique Benítez Moreno

gbenitez@correo.univo.edu.mx

Mtro. Ramón Aragón Mladosich

raragon@correo.univo.edu.mx

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

CONTENIDO

COAUTORES.....	4
CONSEJO TÉCNICO	7
NOTAS DE LOS AUTORES.....	11
CAPÍTULO 1. ESTRATEGIAS PARA LA COMPETITIVIDAD EN DIFERENTES ENTORNOS.....	12
Innovación en empresas mexicanas: Un análisis de la empresa GSI	13
Competitividad de nueve mipymes en la zona de Orizaba, ver. México	21
CAPÍTULO 2. DESARROLLO DE TIS, SOLUCIONES ALTERNAS A PROBLEMÁTICAS CONCRETAS.....	29
FITOSMART: PLataforma tecnológica de fitomonitorización de cultivo hidropónico utilizando técnicas de inteligencia artificial, Etapa 2	30
VIGÍA-NET, Plataforma tecnológica de vigilancia basada en visión por computadora incorporada al cómputo en la nube	43
FISIONUI, Herramienta de rehabilitación fisioterapéutica basada en el razonamiento basado en casos y cómputo en la nube.....	51
Desarrollo de un repositorio de componentes REA (Recursos Educativos Abiertos) para android nativo	61
Optimización de procesos aplicando la Metodología Seis Sigma	71
Transferencia de tecnología al sector salud: Sistema ACT-PSIQ.....	78
Aplicación de un lenguaje específico de dominio en la construcción de traductores	86
CAPÍTULO 3. LA HETEROGENEIDAD DE LA INVESTIGACIÓN PAR A LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTOS	94
Experiencias en torno a la implementacion de un curso de escritura bajo el enfoque learning by doing.....	95

INTRODUCCIÓN

NOTAS DE LOS AUTORES

CAPÍTULO 1

Estrategias para la
competitividad en
diferentes entornos

INNOVACIÓN EN EMPRESAS MEXICANAS: UN ANÁLISIS DE LA EMPRESA GSI

Carrera Mora, Oscar Yahevh¹

González Rosas, Mónica Karina²

Herrera González, Gracia Aida³

ocarrera@uv.mx¹. Universidad Veracruzana.

mogonzalez@uv.mx². Universidad Veracruzana.

gherrera@uv.mx³. Universidad Veracruzana.

ABSTRACT

This scientific essay approaches an identification of key concepts on the topic of innovation, recognizing the main actors immersed in the process of innovation, providing through of the theory and the experience in a Mexican company, a panorama that allows to show the existence of different types of innovation, so the analysis of the company named GSI, making evidence that the innovation process not only depends on the change and / or modification of processes, it also requires the combination of different elements such as individual skills and dynamic capabilities of the organization and people.

Keywords: Dynamic capabilities, enterprise, innovation, innovation process, technology.

RESUMEN

En el presente ensayo científico se realiza una identificación de conceptos clave sobre el tópico de innovación, reconociendo los actores principales inmersos en el proceso de innovación, proporcionando a través de la teoría y la experiencia en una empresa mexicana, un panorama que permite mostrar la existencia de matices en la innovación, por lo cual el análisis de la empresa denominada GSI, evidencia que el proceso de innovación no solo depende del cambio y/o modificación de los procesos, también requiere de la combinación de diversos elementos como las habilidades individuales y las capacidades dinámicas de la organización y las personas.

Palabras clave: Capacidades dinámicas, empresas, innovación, procesos de innovación, tecnología.

INTRODUCCIÓN

La medición de la innovación es un fenómeno que ha cobrado creciente importancia en las discusiones sobre crecimiento de las empresas (Rovira, 2006), de hecho el fenómeno de la innovación empresarial y de la innovación tecnológica en particular, ha sido muy importante en los últimos 25 años, no obstante, muy pocos empresarios reconocen la importancia de la innovación, la cual es una pieza clave en el logro de una mejor posición competitiva de las empresas y su crecimiento a largo plazo (Medellín, 2013).

Por lo cual, resulta fundamental reconocer que el proceso dinámico de la innovación supone tanto relaciones de corto, como de largo plazo que contraen beneficios de estabilidad y rendimiento a las organizaciones (Mascott, 2012), sin embargo, la innovación se ha convertido en un paradigma hegemónico para los empresarios, quienes conciben a la innovación como la simplicidad de implementación de tecnología, teniendo una idea instrumentalista (Feenberg, 2003) de ella y también de la innovación.

Esa idea de instrumentación radica en pensar que al implantar una tecnología se está haciendo innovación y, a su vez, de facto habrá un crecimiento organizacional por una operación audaz de la tecnología, pero realmente el proceso real de innovación se encuentra muy lejos de esa simplicidad, siendo un elemento más complejo que está conectado a muchos factores más como: el conocimiento de los individuos, las capacidades dinámicas de la empresa y las relaciones de dependencia de los individuos, por mencionar algunos.

Por tal motivo, la primera parte del presente ensayo tiene la finalidad de realizar la identificación de conceptos clave sobre el tópico de innovación, así como, la externalización de sus actores principales relacionados con el proceso de innovación y, por último, proporcionar un panorama que muestra los matices de la innovación que se sustentan a través de la teoría y la experiencia.

DESARROLLO

1. Enfoques de innovación

Basándose en la perspectiva de Freeman, (1982), podemos entender a la innovación como al “proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema. Innovación en un sentido económico consiste en la consolidación de un nuevo producto, proceso o sistema mejorado” Sin embargo, es importante precisar que un invento no lleva necesariamente a la innovación, muchos inventos no se comercializan y permanecen desconocidos, por lo tanto, no se consideran innovación. El invento debe socializarse para considerarse una innovación.

El primero en establecer esta distinción fue Schumpeter (1964), el cual destacó la decisión del empresario de comercializar un invento como el paso decisivo para que lo conduzca a una innovación, definiendo al empresario como el motor principal de ese proceso, denominando al empresario como el “innovador” (Freeman, 1974), por lo cual, Schumpeter (1964) describió que los procesos de cambio impulsados por el empresario permiten un mayor crecimiento y desarrollo económico, siempre y cuando estos representen una destrucción creativa (término de innovación descrito por Schumpeter).

Un ejemplo que puede hacer más comprensible el término de la destrucción creativa se puede vislumbrar con los *Discman* (objeto portátil de reproducción de música basado en la lectura de discos compactos “CD-ROM”) los cuales tuvieron su auge en la década de 1990, producidos por la compañía Sony (Collinson, 2007), y fueron desplazados por la aparición del denominado reproductor de *mp3*¹(Acrónimo de *MPEG-1 layer 3*) introducido por la empresa *Apple Inc.*, el cuál también fue un reproductor de música, pero que creó un concepto diferente de portabilidad y un formato diferente para la música, dejando atrás los *CD-ROM* para pasar al denominado audio *mp3*, causando con ello una destrucción de la tecnología anterior a través de la innovación tecnológica, prácticamente eliminando del mercado a los *Discman*.

Ese tipo de innovaciones son de tipo radical, lo cual demuestra la fuerte capacidad de la empresa, no sólo de inversión para contar con un centro de investigación y desarrollo dentro de la misma empresa, lo cual sin lugar a duda es necesario, sino también de las capacidades de creatividad y conocimiento de su equipo de personas que tenía la empresa, detonando una ventaja competitiva, la cual diversos teóricos afirman que dura hasta que perdura la novedad y no llega la imitación del producto que se convierte en una disminución de la cuota de mercado, surgiendo la necesidad de una nueva innovación para retomar nuevamente la ventaja competitiva.

¹ Formato de compresión digital para la transmisión rápida de archivos de audio y vídeo a través de Internet.

Por lo cual, la innovación debe considerarse como un proceso interactivo y continuo en el que la empresa además de adquirir conocimientos mediante su propia experiencia en los procesos de diseño, desarrollo, producción y comercialización, aprende constantemente de sus relaciones con diversas fuentes externas, entre las que se encuentran los proveedores, los consumidores y diversas instituciones (Nelson y Winter, 1982).

1.1 La innovación en empresas mexicanas

La innovación en las organizaciones mexicanas aún es un paradigma estudiado desde varias perspectivas, ya que para la mayoría de empresarios al frente de las empresas y principalmente aquellos dueños de Pymes tienen un pensamiento hegemónico, en el cual se considera al proceso de innovación como un gasto que sólo puede ser ejecutado por expertos en desarrollo tecnológico, para lo cual Valenti (2008:40) explica que en realidad: “las prácticas tecnológicas, a diferencia de las científicas, se orientan no hacia la generación de conocimiento, sino a la transformación de objetos, que serían materiales o simbólicos (...)”, por lo tanto, esa mirada del empresario excluye a los diferentes elementos sociales que construyen la innovación, limitándose el término solo al objeto terminado, sin tener una mirada de cómo surge esa innovación.

Schumpeter (1964), consideró que los procesos de producción son una combinación de fuerzas productivas, compuesta por los factores originales de la producción, la mano de obra, la tierra y el capital, de igual forma eran importantes los factores intangibles como el conocimiento, así la destrucción creativa es un proceso que se da y debe darse de manera necesaria en una empresa, debido a que esto permite de cierta manera el cambio total de los modelos ya establecidos a través de su destrucción creativa, obligando a que el empresario se convierta en un innovador, llevando a su empresa a adoptar la cultura de la innovación en cada uno de sus procesos y productos a través de la relación de diversos factores.

Sin embargo, a pesar de ese bagaje de conocimiento que se ha obtenido durante muchos años, la innovación para los empresarios en México es considerada como una percepción únicamente tecnológica Lundvall (2008), la cual de forma inmediata hace pensar a los directivos en cambios radicales como en la concepción de Schumpeter (1964), sin embargo, según el Manual de Frasvati de la OCDE citado por (Escorsa y Valls, 2003:21) la innovación “se trata de la transformación de una idea en un producto o servicio comercializable, un procedimiento de fabricación o distribución operativo, nuevo o mejorado, o un nuevo método de proporcionar un servicio social”; esa idea da la pauta para buscar profundizar más en el concepto y tener enfoques diferentes y con más detalle en busca de comprender el proceso de la innovación, así como, identificar a aquellos actores que la generan y dan pie al surgimiento de ella.

Es importante comprender que la innovación no solo se limita a la investigación y desarrollo (I+D), por lo tanto, un enfoque interesante para comprender la innovación, es el de Dutrénit (2009:7), en el cual se explica que “la innovación es un fenómeno complejo que involucra la acción coordinada y la interacción de varios agentes económicos y sociales, tanto público como privado”. Este proporciona un proceso en el cual se involucra a distintos actores como fuente de la creación de la innovación en la organización y ésta mayormente orientado a las alianzas que deben tener las pequeñas y medianas empresas para el surgimiento de ella dentro de entornos regionales y locales.

Por lo cual, a través de esa perspectiva teórica es posible reconocer que el desempeño de la innovación y el éxito de una empresa, no dependen solamente de la implementación de tecnología o de nuevos procesos en las empresas, sino también dependen de las interacciones entre diferentes agentes, como lo son: el conocimiento, las habilidades y las capacidades individuales de su personal y los recursos con los que cuenta la organización, ya sean financieros, de recursos humanos y tecnológicos.

A lo cual Teece (2010), denomina capacidades dinámicas, las cuales se pueden entender como competencias de mayor nivel que determinan la capacidad de una empresa para integrar, construir y reconfigurar recursos y competencias, tanto internas como externas, en los entornos empresariales. En particular este tema de capacidades es una interesante perspectiva que puede permitir una ventaja competitiva, sin embargo, el sentido de ello es el conocimiento tácito que se genera entre los individuos, así como las capacidades individuales de las personas que conforman las organizaciones.

De tal modo que, las capacidades dinámicas de una organización son la posibilidad de generar cambios importantes en las rutinas de los individuos y los procesos que permitan generar pequeñas innovaciones, cambios graduales (innovación incremental) que con el tiempo se conviertan en destrucciones creativas (innovación radical) que faciliten generar cambios importantes poco a poco. Por lo tanto, la difusión de la innovación (Rogers, 1983) en la empresa a través de la comunicación de las ideas es esencial para el avance y la correcta implementación de las innovaciones en la organización, donde deben de participar todos los integrantes del diseño de la innovación y aquellos que operaran con ella,

1.2. Construcción de la innovación en la empresa

Para poder dar mayor sentido a estas ideas se presenta un caso de estudio, el cual fue presenciado en una empresa dedicada al traslado de valores y proceso de efectivo en México. Para tener un panorama general del tipo y tamaño de empresa, se describe grosso modo el entorno del negocio a continuación:

GSI (Grupo Seguridad Integral) es una empresa de gran volumen con aproximadamente 250 sucursales a nivel nacional y otras más a nivel internacional, la cual ofrece distintas líneas de servicios en lo relativo a seguridad privada, tiene como principales actividades la recolección y el proceso de administración y verificación de efectivo, actividades que consisten en un proceso que implica la recolección de dinero en efectivo al domicilio fiscal del cliente, el cual se recolecta y se introduce en bolsas selladas para después ser trasladadas a la sucursales, en donde son pasadas a un área de proceso de efectivo con el fin de contar el dinero que contienen las bolsas recolectadas y por último realizar la acreditación pertinente en el banco asignado por el cliente.

En esta empresa durante algún tiempo se fueron realizando pequeños cambios en los procesos de verificación de efectivo modificando la forma de realizar el registro de la información de los depósitos, con el fin de satisfacer las nuevas necesidades de los clientes, en cuanto al tiempo de la acreditación del efectivo, lo cual permitiría ir abriendo nuevas oportunidades de negocio al contar con mejores servicios para los clientes reflejados en disminución del tiempo y la calidad de la entrega de la información, obteniendo un diferencial ante la competencia (ventaja competitiva). Por lo tanto, los cambios fueron radicales, detonando una modificación importante de la rutina establecida para todos los procesos existentes por años, pero estos cambios no se difundieron adecuadamente y cuando se hacía sólo era en una parte de la empresa, no en toda la organización.

El cambio consistió en pasar de un proceso manual en el almacenamiento de la información, el cual consistía en documentar todo en bitácoras de papel, desde la recolección hasta el proceso del efectivo, un proceso totalmente tradicional, pero que requería ya de una automatización, por lo cual la empresa decidió adoptar tecnología y desarrollar un sistema computarizado para sus procesos de recolección y proceso de efectivo.

Sin embargo, el objetivo principal se estaba cumpliendo, ya que consistió en pasar de un proceso de captura de información manual —bitácoras, hojas, tiras de papel, etc.— a uno digital y sistematizado —a través de un sistema de información on-line—, de tal modo que, este proceso fue exitoso en un principio, ya que se utilizaban las experiencias del personal operativo como fuente de información para el diseño de los nuevos procesos y con ello se alimentaban los sistemas de información, mismos

que aún no utilizaba el personal de forma general, sino solo ciertas personas seleccionadas para esta dinámica como prueba piloto.

El conocimiento y experiencia de jefes y personal operativo fue de vital importancia para saber cuáles eran los requerimientos para la digitalización de la información de los clientes bancarios y determinar las nuevas tecnologías a desarrollar e implementar, para con ello poder integrar la información interna de los procesos de verificación de efectivo con los clientes, de tal modo que, pudiesen visualizar los movimientos bancarios de su efectivo en tiempo real, esto a través de iniciar con un proceso de innovación tecnológica gradual.

Lo anterior lleva a considerar que el hablar de innovación es asimilar los cambios que se implementan a través de una cultura del conocimiento y aprendizaje, trayendo consigo retos a superar y ciertas variables a considerar queemergerán de la aplicación del nuevo modelo de trabajo. No obstante, como se mencionó los cambios fueron exitosos en un principio, porque después la innovación tecnológica superó las habilidades del personal operativo, el cual desconocía el uso de la tecnología y existía una resistencia por utilizar el nuevo modelo de trabajo.

Pero a pesar de no conocer el uso de la nueva tecnología, si sabían diferenciar los procesos de los clientes y las necesidades particulares de cada uno de ellos, teniendo conocimiento que no estaba explícito en un manual, proceso desconocido por aquellos encargados de desarrollar la innovación. En la cima de la escala jerárquica la solución fue desplazarlos (despedirlos), contratando nuevos colaboradores con conocimientos en la herramienta tecnológica (computación) y capacitados en cuanto a las innovaciones desarrolladas por la empresa.

El resultado no fue el esperado, ya que el nuevo personal no contaba con la experiencia y la capacidad de diferenciar aquellos procesos selectos de cierto tipo de clientes, así mismo, en el proceso de aprendizaje de los nuevos empleados, la operación de verificación de efectivo se volvió más lenta, como consecuencia de una carencia de habilidades, causando la innovación no se adoptará e integrará como se esperaba, ocasionando el aumento en los tiempos de operación, desfase de horas extras, errores en los procesos y un aumento en la rotación de personal, teniendo como efecto principal la pérdida de clientes, debido al incumplimiento con los horarios pactados, existiendo también grandes desfases en el volumen de operación, dando como resultado una utilidad menor y la disminución de esa ventaja competitiva ganada en un principio.

Este caso nos permite tener una perspectiva de la importancia de las capacidades dinámicas, las cuales comprenden tanto las individuales como las colectivas de las empresas, permitiendo entender que existen otros factores fundamentales en el proceso de innovación, como los conocimientos y habilidades de los individuos y el delicado proceso que lleva la ruptura de las rutinas, así como, vislumbrar que hay diferentes actores involucrados en lograr que la innovación funcione y se implemente adecuadamente.

En ese sentido Rogers (1983:10), explica que “las innovaciones tecnológicas no siempre se difunden y adoptan rápidamente. Incluso cuando la innovación tiene ventajas evidentes y demostradas”. Por lo cual, estos factores son parte del desarrollo de las innovaciones, ya que una innovación por sí sola no hace la diferencia, debe estar fortalecida por distintos elementos para que puedan ser funcionales y redituar en ventajas competitivas, así mismo, la comunicación entre los innovadores y quienes se ocuparán en sus procesos cotidianos, la innovación es fundamental.

Como lo menciona Medellín (2013:17):

La innovación es un fenómeno complejo, dinámico, circunstancial muchas veces, contingente, riesgoso en lo técnico, comercial, económico y organizacional. Como se ha

señalado antes, en su realización intervienen diversos actores sociales (clientes, proveedores, investigadores, ingenieros, técnicos, diseñadores, administradores, contadores, etc.), y dependiendo del problema tecnológico a resolver o de la necesidad por atender (...).

CONCLUSIONES

Como es posible observar, la innovación no solo depende de la tecnología y tampoco obedece sólo a las necesidades internas de la empresa, también juegan un papel sumamente importante los requerimientos externos que giran en el entorno de la empresa y que ocasionan tomar decisiones y aplicar cambios en los procesos para la construcción de bienes y/o servicios para los clientes; como bien vimos en el caso de GSI, el proceso de innovación no consideró cambios de personal e impacto en el servicio a los clientes, lo que originó perdidas económicas, generando que el proceso de innovación no satisficiera completamente la necesidad planteada por los directivos de la empresa.

Bajo esa idea, Teece y Pisano (1997), indican que en el proceso de la innovación se debe poner énfasis en el desarrollo de la gestión de capacidades, no sólo en el objeto a implementar, ya que la simple replica de un modelo no es suficiente, debido a que hay factores difíciles de imitar, tales como las combinaciones de habilidades organizativas, funcionales y tecnológicas, en donde se integran áreas como la gestión de la I + D, el desarrollo de productos y procesos, la transferencia de tecnología, la propiedad intelectual, manufactura, recursos humanos, y el aprendizaje organizacional.

En el caso de GSI, es posible comprobar ese argumento teórico, debido a que influyeron los conocimientos tácitos del personal para el logro de los objetivos, tanto al momento del desarrollo de la innovación como al momento de implementarla, así mismo, las habilidades y capacidades obtenidas con el tiempo y, a través de la experiencia individual de cada colaborador fueron determinantes, como lo menciona la OECD (1997), la innovación es pues, el resultado de una compleja interacción entre diversos actores.

Por otra parte, siguiendo la línea de Rogers (1983:21), es importante relacionar la experiencia obtenida en GSI, debido a que “el proceso de innovación es el transcurso mediante el cual una persona u otra unidad de la toma de decisiones pasa desde el primer conocimiento de una innovación a la formación de una actitud hacia la innovación, a la decisión de adoptar o rechazar, a la aplicación de la nueva idea, y a la confirmación de esta decisión”, pasando por cinco pasos principales en ese proceso: (1) el conocimiento, (2) la persuasión, (3) la decisión, (4) la implementación, y (5) la confirmación.

En el ejemplo de la empresa GSI podemos visualizar estos pasos, ya que lo primero fue el conocimiento que proporcionó el empleado para construir la innovación, seguido de la persuasión necesitada para cambiar las rutinas del personal al nuevo modelo de trabajo, llevando a una toma de decisiones que culminaría en la implementación de la tecnología, la cual al confirmarse, causó cierto descontento en el personal, dando como resultado el despido de quienes no aceptaron el cambio, teniendo como consecuencia una perdida en la productividad de la empresa, ocasionada por el desplazamiento de quienes contaban con conocimientos implícitos de la forma de operar a determinados clientes.

Como señalan Livesay, *et al* (1989:268) citada por Medellín (2013:25):

Moverse con éxito desde el acto creativo de una invención pasando por las etapas necesarias hasta llevar a una nueva tecnología al mercado constituye una tarea retadora, cara y riesgosa para cualquier organización de negocios independientemente de su tamaño y experiencia.

Definitivamente la innovación no necesariamente debe ser considerada desde una perspectiva de creación de productos, desarrollo de tecnología y aplicación de nuevos procesos, también existen innovaciones más radicales que pueden ser la reestructuración de los procesos de negocios, una innovación social que cambia la forma de hacer las cosas y mejoran indirectamente a la organización a través de diluir las bases de conocimientos de los individuos que conforman a la empresa con los procesos de innovación.

En ese mismo orden de ideas, Dutrénit (2009:42) explica que:

Las bases de conocimiento se refieren a la información, conocimiento y capacidades que necesitan las empresas para buscar soluciones innovadoras. Las bases de conocimiento son el resultado de un proceso de aprendizaje acumulativo, el cual es imperfecto, complejo y depende de la trayectoria de cada empresa.

Por lo cual, esta revisión ha permitido visualizar a la innovación como un conjunto de elementos como capacidades, habilidades, conocimientos, así como a distintos actores que giran en torno a la organización que coadyuvan a la generación y éxito de la innovación.

Por tal motivo, es importante retomar el hecho de que no solo la innovación tecnológica es la que aporta una ventaja competitiva a la empresa, ya que pudiesen darse cambios graduales no solo radicales a partir de elementos sociales y en los procedimientos no solo abarcar lo técnico y la infraestructura como proceso de innovación tomando en consideración que en la actualidad se vive ya una sociedad del conocimiento.

REFERENCIAS

- Collinson, S. (2007). Managing product innovation at sony: the development of the data discman. JournalTechnology Analysis & Strategic Management, Vol 5, Issue 3, pp. 285-306. <http://dx.doi.org/10.1080/09537329308524137>
- Dutrénit, G. (2009). Sistemas Regionales de Innovación: un espacio para el desarrollo de las Pymes. México: UAM.
- Escorsa, P., y Valls, E. (2003). Tecnología e Innovación en la empresa. Editorial UPC, España.
- Medellín, Cabrera, E. (2013). Construir la innovación: gestión de tecnología en la empresa. Editorial Siglo XXI, México.
- Freeman, C. (1984). Central Problems in the Management of Innovation. *Management Science* Vol. 32, Issue 5.
- Freeman, C. (1992). The Economics of Hope: Essays on Technical Change, Economic Growth, and the Environment. London: Pinter Publishers.
- Lundvall, B.A. (2008). 'Higher Education, Innovation and Economic Development'. In Higher Education and Economic Development, edited by J. Y. Lin and B. Plescovic. Washington, DC: World Bank.
- Mascott, M. (2012). Restricciones e incentivos a la innovación en México. Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública.
- Nelson, Richard R. and Sidney G. Winter (1982), An Evolutionary Theory of Economic Change. Belknap Press/Harvard University Press: Cambridge.

- OECD (1997). National Innovation Systems. Organisation for Economic Co-Operation and Development. The Convention signed in Paris.
- Rogers, E. M. (1983). Diffusion of Innovations. Macmillan Publishing, the free press, third edition.
- Rovira, S. (2007), La medición de la innovación: reseña de experiencias y recomendaciones de política, CEPAL-DDPE, mimeo.
- Schumpeter, J. A. (1964). Teoría del Desarrollo Económico. Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. Strategic Management Journal.
- Teece, D., y Pisano, G. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. Strategic Management Journal, Vol. 18, No. 7, pp. 509-533.
- Valenti Nigrini, G. (2008). Ciencia, tecnología e innovación: Hacia una agenda de política pública. Editorial FLACSO México.

COMPETITIVIDAD DE NUEVE MIPYMES EN LA ZONA DE ORIZABA, VER. MÉXICO

Hernández Romano, Mariana Anat¹

Aragón Mladosich, Ramón A²

Seseña Herrera, Jehiel Ismerai³

mahernandez@correo.univo.edu.mx¹. Facultad Económico-Administrativo, Universidad del Valle de Orizaba

raragon@correo.univo.edu.mx². Facultad de Humanidades, Universidad del Valle de Orizaba

u17106010@alumnos.univo.edu.mx³. Facultad de Humanidades, Universidad del Valle de Orizaba.

ABSTRACT

This paper aims to diagnose the level of competitiveness of MSMEs in the area of Orizaba, Veracruz, through a questionnaire that intends to evaluate the main dimensions that measure the competitiveness of companies, applied in the first stage to nine MSMEs of the sector of the data obtained in this first stage it has been possible to measure the reliability of the data collection instrument, the result of which is that it is possible to measure the reliability of the data collection instrument by means of the statistical analysis by means of the statistical analysis software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) acceptable technology makes it feasible to scale research at different geographic levels, allowing the identification of the dimensions with the highest and lowest qualification and its variables, thus helping to identify areas of improvement that allow to raise the level of competitiveness of companies by reducing their probability of failure and set up runs between the measured dimensions. MSMEs (Micro, Small and Medium Enterprises) participants and look for correlations with the macro-factors that cover the most deeply the events.

Keywords: Competitiveness, MSMEs, Orizaba, Enterprises, Management.

RESUMEN

La presente investigación tiene la finalidad de diagnosticar el nivel de competitividad de las MiPYMES en la zona de Orizaba, Veracruz, mediante un cuestionario que pretende evaluar las principales dimensiones que miden la competitividad de las empresas, aplicado en esta primera etapa a nueve MiPYMES del sector de servicios. Mediante el análisis estadístico descriptivo, por medio del software de análisis estadístico SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), de los datos obtenidos en esta primera etapa ha sido posible medir la fiabilidad del instrumento de recolección de datos cuyo resultado al ser aceptable lo convierte en factible para escalar la investigación a diferentes niveles geográficos permitiendo identificar las dimensiones con calificación más alta y más baja y sus variables, ayudando así a la identificación de áreas de mejora específicas que permitan elevar el nivel de competitividad de las empresas reduciendo su probabilidad de fracaso y establecer correlaciones significativas entre las dimensiones medidas. Se pretende llevar la investigación a un plano longitudinal que haga posible comparar el incremento o decrecimiento del nivel de competitividad en las MiPYMES (Micro, Pequeñas y Medianas Empresas) participantes y buscar correlaciones con factores del macroentorno que puedan explicar más profundamente dichos sucesos.

Palabras clave: Competitividad, MiPYMES, Orizaba, Empresas, Administración.

INTRODUCCIÓN

La definición de empresa abarca los diferentes elementos que, sin importar su tamaño, la hacen llamarse así. Diferentes autores han aportado al respecto, tales como Chiavenato (1993) y Romero (1997), sin embargo, en este trabajo de investigación utilizaremos la aportada por García y Casanueva (2001) quienes definen a la empresa como una “entidad que, mediante la organización de elementos humanos, materiales, técnicos y financieros proporciona bienes o servicios a cambio de un precio que le permite la reposición de los recursos empleados y la consecución de unos objetivos determinados”.

Partiendo de esta definición podemos clasificar a las empresas de diferentes maneras, las cuales varían en cada país, siendo el número de trabajadores el criterio más utilizado para estratificar los establecimientos por tamaño y como criterios complementarios, el total de ventas anuales, los ingresos y/o los activos fijos.

En México, por medio del Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de junio de 2009, la Secretaría de Economía cataloga de la siguiente manera a las empresas:

Tabla 1. Estratificación de las empresas en México. Secretaría de Economía (2009)

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

De la estratificación que se puede observar en la Tabla 1 surge el acrónimo MiPYME que engloba a todas ellas, donde “Mi” se refiere a las empresas micro, la letra “P” a las pequeñas y “ME” a las medianas.

Aunque el porcentaje de PYMES en el país se ha reducido del 99.1 % en el 2010, Rubio (2013) al 97.5 % en el 2014, ENAPROCE (Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, 2015), la importancia de las PYMES en México, radica no solo en la cantidad de establecimientos de este tipo que existe en el país, sino que concentran el 75.4 % del personal ocupado; le siguen las empresas pequeñas que son un 2% y tienen el 13.5 % del personal y las medianas empresas, que representan el 0.4% de las unidades económicas y tienen poco más del 11% de los ocupados, ENAPROCE (2015).

Por esta razón, el estudio de la competitividad empresarial se ha convertido en una línea de investigación cada vez más trascendente no solo entre los académicos sino también entre las organizaciones, Ibarra, González y Demuner (2017). Su importancia radica en que puede ser analizada desde diversas perspectivas, como pueden ser: diagnósticos, factores que la afectan, efectos del uso de tecnología, etc., y todas ellas contribuyen a revelar una parte de la competitividad que se genera en una organización.

Antes de abordar los factores determinantes de la competitividad, es necesario definirla, y si bien no existe una definición universal, se ha comprobado que existe una relación directa entre esta y la productividad (Cann, 2016).

Para efectos de este trabajo de investigación, se tomará la definición otorgada por Hernández (2000) quien define a la competitividad como la capacidad de las empresas de vender más productos y/o servicios y de mantener o aumentar su participación en el mercado, sin necesidad de sacrificar utilidades. Para que realmente sea competitiva una empresa, el mercado en que mantiene o fortalece su posición tiene que ser abierto y razonablemente competido.

Alrededor del mundo, diversos investigadores han identificado que el éxito y la competitividad de las empresas son determinados por factores tanto internos como externos. En nuestro país, Bárcenas, García y Sánchez (2009) han encontrado que los factores de carácter interno que tienen gran peso son: recursos humanos (medida a través de la formación profesional y experiencia del gerente), planeación estratégica, innovación, tecnología y certificación de calidad. Aunado a esto, diversos autores han contemplado en sus estudios la importancia de las dimensiones y características de la mercadotecnia en el éxito de la empresa como: Un precio competitivo (Arslan & Kivrak, 2008), la calidad en el servicio (Hienerth & Kessler, 2006; Benzing, Manh Chu, & Kara, 2009), la promoción de productos y servicios (Che Rose, Naresh, & Li Yen, 2006 y una buena publicidad (Arslan & Kivrak, 2008).

Los factores que afectan la competitividad de las PYMES en México también ha sido reportada por Estrada, Pérez y Sánchez, (2009) y por Aragón, Rubio, Serna y Chablé (2011) encontrando que ya no es suficiente una sola ventaja competitiva, sino que deben de incorporar la planeación estratégica, la innovación en sus procesos, servicios y gestión junto con los aspectos más obvios: recursos humanos y calidad.

Según la revista CNN Expansión (2012), en México el 80% de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) fracasa antes de los cinco años y 90% antes de cumplir una década por mala gestión financiera. Mientras que Forbes México (2014) en conjunto con el Instituto de Emprendimiento Eugenio Garza Lagüera, del Tecnológico de Monterrey, y EGADE Business School realizaron un estudio en el que identificaron que las cinco principales causas del fracaso de las PYMES son: Ingresos insuficientes para subsistir, falta de indicadores, falta de proceso de análisis, planeación deficiente y problemas en la ejecución, es decir, un bajo nivel de competitividad.

La importancia de medir el nivel competitivo individual, local y regional radica en que la competitividad es una cadena de crecimiento que en conjunto se refleja en la competitividad de la nación. Según Berumen (2006) el desarrollo económico local se nutre del crecimiento y desarrollo económico y su impacto social. Sin embargo, este debe ser soportado con las ventajas disponibles en las fuentes naturales, la concentración económica y el costo de transportación y comunicación. Con esta investigación se busca que mediante la evaluación individual del nivel competitivo de las empresas de la zona de Orizaba, Veracruz, México se identifiquen las áreas de oportunidad que puedan ser aprovechadas y convertidas en ventajas competitivas promoviendo un incremento conjunto de la competitividad de las MiPYMES en la zona pues se busca que “la competitividad no se base en superar al otro y eliminarlo con una visión destructiva sino regirse conforme al establecimiento de alianzas estratégicas entre los actores interesados y en la superación constante de sus limitaciones” (Berumen, 2006).

METODOLOGÍA

Este estudio surge por el interés de diagnosticar el nivel de competitividad de las MiPYMES en la zona de Orizaba, Ver. México realizándose de mayo a julio del 2017.

Participantes: Esta investigación se realizó con nueve MiPYMES del sector servicios; alimentos; de la ciudad de Orizaba, Ver. México

Procedimiento: Elaboración del cuestionario: Se adecuó un cuestionario de Aguilera, González y Rodríguez, (2011), con 37 ítems, en un grupo de 10 dimensiones. Se evaluó el cuestionario por dos expertos de la Universidad del Valle de Orizaba y se piloteó para adecuarlo al contexto.

Aplicación del cuestionario: Se obtuvieron los datos, con base a la aplicación de una encuesta en forma física, a 9 MiPYMES de la zona de Orizaba, Ver.

Ánálisis de datos: Los datos se analizaron a través del software estadístico IBM® SPSS Statistics® (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 21, para determinar: el coeficiente alfa de Cronbach, las correlaciones entre los ítems y por lo tanto entre las dimensiones a evaluar, usando el análisis correlacional bivariado con el coeficiente correlacional de Pearson.

Instrumento: El cuestionario aplicado se estructuró con base a los estándares desarrollados por ISTE (2007) y consta 37 ítems distribuidos en 10 dimensiones:

- Mercadotecnia
- Gestión del conocimiento
- Actividad innovadora
- Posicionamiento estratégico
- Competitividad
- Capital intelectual
- Responsabilidad social
- Administración de la relación con el cliente
- Operaciones
- Finanzas

Evaluación de resultados: Una vez aplicado el cuestionario y obtenidos los datos, se elaboraron las estadísticas descriptivas siendo los resultados más relevantes: correlaciones las cuales fueron tomadas a partir de 0.75 hasta 0.95, ya que Hernández (2003) reporta que a partir de este valor la correlación es considerable positiva.

RESULTADOS

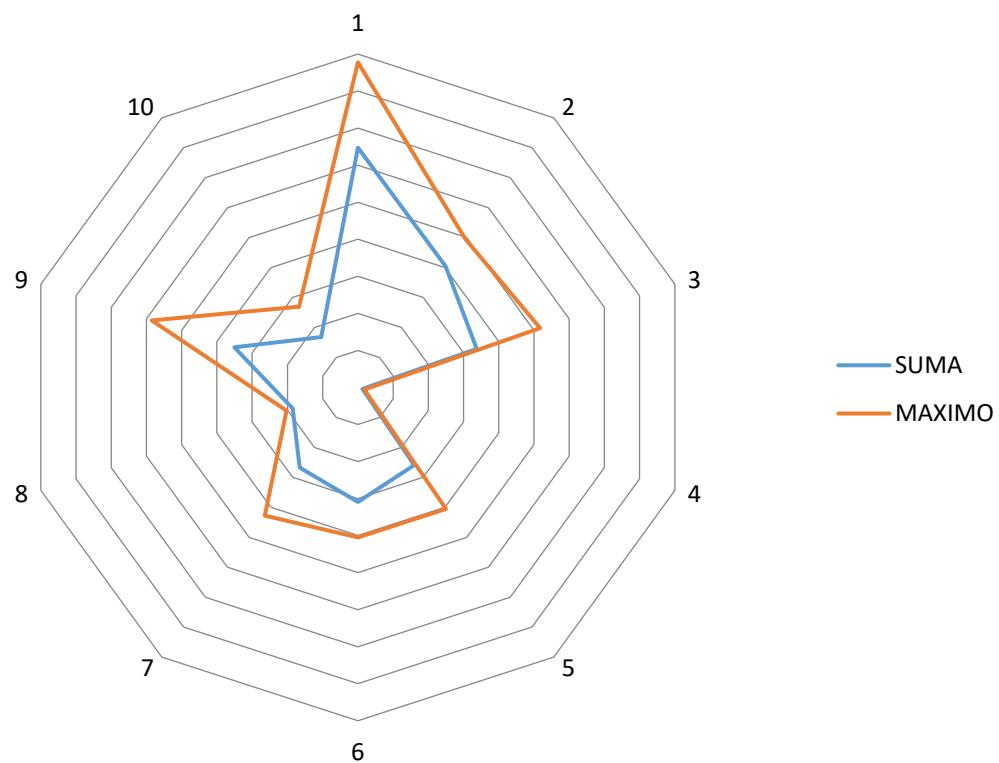
Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico descriptivo se presentan a continuación:

Mediante el análisis con el software estadístico se obtuvo un coeficiente Alfa de Cronbach igual a 0.971.

Tabla 2. Suma, máximo y calificación promedio obtenida por dimensión analizada

Dimensión	Suma	Máximo	Calificación
1 Marketing	1295	1755	73.76
2 Gestión del conocimiento	807	990	81.56
3 Actividad innovadora	675	1035	65.21
4 Posicionamiento estratégico	26	36	72.22
5 Competitividad	519	810	64.04
6 Capital intelectual	619	810	76.36
7 Responsabilidad social	535	855	62.59
8 Administración de la relación con el cliente	370	405	91.27
9 Operaciones	701	1170	59.94
10 Finanzas	337	540	62.41
	5883.1	8406	69.99

Gráfica 1.Comparación de Máximos y Sumas obtenidos en las dimensiones analizadas



Como se puede apreciar en los resultados presentados en la tabla 2, la calificación promedio obtenida por las nueve empresas analizadas es de 69.99, casi 20 puntos por arriba de la media. Comparando los resultados de suma y máximo por dimensión, el puntaje más alto, 91.27 sobre 100, se observa en la dimensión “Administración de las Relaciones con el Cliente”, seguida de “Gestión del

Conocimiento” con un puntaje de 81.56 sobre 100, mientras que el puntaje más bajo, 59.94 sobre 100, corresponde a la dimensión “Operaciones”.

En la gráfica 1 se observa la línea externa corresponde a la puntuación máxima que pueden obtener y la línea interna la calificación obtenida y se puede ver claramente los puntos de separación que existen entre el puntaje ideal de cada dimensión y el puntaje promedio obtenido por las empresas entrevistadas, recalando que la dimensión de Administración de Relaciones con el Cliente es la que se acerca más al puntaje ideal presentando una separación de 8.73 puntos. Mientras que la dimensión más alejada del ideal es “Operaciones” con 40.06 puntos por debajo de máximo.

Adicionalmente, se realizó un análisis de correlacional, obteniéndose una correlación de 0.969 entre las dimensiones de Operaciones y Finanzas. Sin embargo, debido al tamaño de muestra no se ha considerado como relevante para este estudio.

DISCUSIÓN

Se deduce que al ser las empresas entrevistadas pertenecientes al sector servicios, las relaciones con los clientes son primordiales para mantener la rentabilidad de las mismas y esto hace que sea una de las dimensiones mejor ejecutadas.

Se ha descubierto que la Gestión del Conocimiento es la segunda dimensión en la que las empresas entrevistadas ponen mayor atención, presentando mejores puntajes en la implementación constante de nuevas ideas y el apoyo al desarrollo de ideas.

Así mismo, se pudo observar que la dimensión de Operaciones es la que representa la mayor área de mejora sobre todo en los puntos referentes a:

- Automatización de procesos de producción.
- Maquinaria controlada por PLCs.
- Carta de control de procesos.
- Programa de desarrollo del personal de producción.

Estas variables pueden ser agrupadas dentro del factor “problemas de ejecución” y “planeación deficiente” que corresponden a dos de las cinco principales causas del fracaso de las PYMES identificadas por Forbes México (2014) en conjunto con el Instituto de Emprendimiento Eugenio Garza Lagüera, del Tecnológico de Monterrey, y EGADE Business School.

Al identificar objetivamente estos factores y buscando una correlación significativa entre las demás variables es posible descubrir las áreas de mejora de las empresas para aumentar sus posibilidades de éxito.

CONCLUSIONES

Se pudo observar que las empresas de servicios entrevistadas mantienen altos estándares en cuanto a la administración de las relaciones con sus clientes así como en la gestión del conocimiento en lo referente a apoyo para el desarrollo e implementación de nuevas ideas dentro de sus actividades.

Si bien las dimensiones de Marketing, Actividad Innovadora, Posicionamiento Estratégico, Competitividad, Capital Intelectual, Responsabilidad Social y Finanzas se mantienen entre los límites

superior e inferior de calificaciones obtenidas, representan un área de mejora para elevar la competitividad en las empresas entrevistadas.

Gracias a la presente investigación se ha comprobado la fiabilidad del instrumento utilizado mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un resultado igual a 0.971, siendo que en general un resultado de 0.80 se considera un valor aceptable, haciéndolo factible para escalarla a diferentes niveles geográficos y al aumentar el tamaño de la muestra será posible observar correlaciones significativas entre las dimensiones estudiadas. Además, hace posible identificar las áreas de mejora específicas para elevar el nivel de competitividad de las MiPYMES reduciendo así su probabilidad de fracaso. Aunado a esto se podría obtener una investigación longitudinal que permita comparar el incremento o decrecimiento del nivel de competitividad en las MiPYMES participantes y buscar correlaciones con factores del macroentorno que puedan explicar más profundamente dichos sucesos.

REFERENCIAS

- Aguilera E. L., González A. M. y Rodríguez C. R. (2011). Estrategias empresariales para la competitividad y el crecimiento de las PYMES. Una evidencia empírica. *Investigación y Ciencia*. Vol 19 núm. 53, pág. 39 a 48. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://www.redalyc.org/pdf/674/67421408005.pdf>
- Aragón S. A, Rubio B. A., Serna J. A. y Chablé S.J.(2011). Estrategia y competitividad empresarial: Un estudio en las MiPYMES de Tabasco. *Investigación y Ciencia*. Vol 19 núm. 53, pág. 4 a 12. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://www.redalyc.org/pdf/674/67421408005.pdf>
- Arslan, G. y Kivrak, S. (2008). Critical Factors to Company Success in the Construction Industry. *Proceedings of World Academy of Science*. 35, Páginas 405-408. Turkey: Engineering Technology. Consultado el 29 de agosto de 2017 en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.193.3718&rep=rep1&type=pdf>
- Bárcenas, R., García, D., Sanchez, V. (2009). Factores determinantes en el éxito competitivo en la PYME: Estudio Empírico en México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Consultado el 29 de agosto de 2017 en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icea/LI_SistOrgSocMedEfec/estrada_barcelas_roberto/factores_exito_competitivo_estrada_garcia_y_sanchez_2009.pdf
- Benzing, C., Manh Chu, H., & Kara, O. (2009). Entrepreneurs in Turkey: A Factor Analysis of Motivations, Success Factors, and Problems. *Journal of Small Business Management*, 47 (1), 58-91. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1540-627X.2008.00262.x/abstract>
- Berumen, S.. (2006). Competitividad y Desarrollo Local. España: ESIC Editorial.Pág. 40.
- Cann, O. (2016). ¿Qué es la competitividad?. Foro Económico Mundial. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <https://www.weforum.org/es/agenda/2016/10/que-es-la-competitividad/>
- Che Rose, R., Naresh, K., & Li Yen, L. (2006). Entrepreneurs Success Factors and Escalation of Small and Medium-Sized Enterprises in Malasya. *Malasya Journal of Social Sciences*, 2 (3), 74-80. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://ati.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/8204/jss2374-80.pdf>.

- Chiavenato, I. (1993). Iniciación a la Organización Técnica y Comercial. Editorial McGraw-Hill. México. Pág. 4.
- ENAPROCE (2015). Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/otras/enaproce/default_t.aspx
- Estrada B. R. García P. D. y Sánchez T.V. (2009). Factores determinantes del éxito competitivo de la PYME: Estudio empírico en México. Revista Venezolana de Gerencia. Núm 26 Universidad de Zulía. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://www.redalyc.org/html/290/29011523002/>
- García, J. y Casanueva, C. (2001). Prácticas de la Gestión Empresarial. Editorial McGraw-Hill. España. Pág. 3.
- Gasca, L.. (2014). 5 causas del fracaso de negocios en México. Forbes México. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <https://www.forbes.com.mx/5-causas-del-fracaso-de-negocios-en-mexico/>
- Hernández, E. (2000). La competitividad industrial en México. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Pág. 23.
- Hienerth, C., & Kessler, A. (2006). Measuring Success in Family Business: The Concept of Configurational Fit. *Family Business Review*, XIX (2), 115-134. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1741-6248.2006.00061.x/full>
- Ibarra, M. A., González, L. A. y Demuner, M. del R. (2017). Competitividad empresarial de las pequeñas y medianas empresas manufactureras de Baja California [Business competitiveness in small and medium-sized enterprises of manufacturing sector in Baja California]. *Estudios Fronterizos*, 18(35), 107-130, doi:10.21670/ref.2017.35.a06. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://ref.uabc.mx/ojs/index.php/ref/article/view/572/1071>
- Romero, R. (1997). Marketing. Editorial Palmir E. I. R. L, México, Pág. 9.
- Rubio G. J. (2013). Factores determinantes de la competitividad de las microempresas en México. Tesis para obtener grado de licenciatura en Economía Internacional. Facultad de Economía Internacional. Universidad Autónoma de Chihuahua. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://www.chi.itesm.mx/investigacion/wp-content/uploads/2013/11/NEG34.pdf>
- Secretaría de Economía. (2009). Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas. Diario Oficial de la Federación. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5096849
- Vargas, I.. (2012). El fracaso acecha a PYMES. Expansión CNN. Consultado el 27 de agosto de 2017 en: <http://expansion.mx/emprendedores/2012/04/05/el-fracaso-acecha-a-pymes-mexicanas>.

CAPÍTULO 2

Desarrollo de TIs,
soluciones alternas
a problemáticas
concretas

FITOSMART: PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE FITOMONITORIZACIÓN DE CULTIVO HIDROPÓNICO UTILIZANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ETAPA 2

Centeno Téllez, Adolfo¹

Olivos Lagunes, Emilia²

González Hernández, Hugo G.³

a.centeno@itesm.mx¹. Tecnológico de Monterrey.

emilia.olivos@utcv.edu.mx². Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz.

hgonz@itesm.mx³. Tecnológico de Monterrey.

ABSTRACT

Traditional agriculture generates loss in soil fertility, this avoids the natural growth in plants and makes necessary the use of mineral fertilizers which generates soil and groundwater pollution. In this paper a hardware/software platform named FitoSmart is proposed in order to artificially control the growing process with less dependency on soil fertility and weather conditions. With FitoSmart we are able to control variables like: temperature, pH, electric conductivity, O₂ and CO₂. A methodology is proposed to perform experimental tests in a Fitotron, i.e. a plant is subjected to different environmental conditions according to recommended parameters via hardware/software control using context-sensitive computing, Computer Vision, Case Based Reasoning and a Recommender System. Results so far are the construction of several modules used as Context-Sensitive Computing Module, image and data acquisition module, cloud web server, case-based reasoning module and image processing module. All this technology was applied in a Fitotron for a 25 plants growing process.

Keywords: *Software, Hydroponics, Vision, CBR, Recommender.*

RESUMEN

El cultivo agrícola tradicional genera desgaste en la fertilidad del suelo, lo que limita el crecimiento natural de las plantas y hace necesaria la aplicación de fertilizantes minerales que provocan contaminación del suelo y de los mantos freáticos. El presente trabajo propone a FitoSmart, una plataforma de hardware/software que permite controlar artificialmente los procesos de cultivo sin depender de la fertilidad del suelo y condiciones climáticas, donde se puede regular variables del ambiente como temperatura, Potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, O₂ y concentración de CO₂. Se propone una metodología para realizar pruebas experimentales en un Fitotrópico, donde se someterá a una planta a diversos ambientes de acuerdo a parámetros recomendados por hardware/software que usan Cálculo Sensible al Contexto, Visión por Computadora, Razonamiento Basado en Casos y un Sistema de Recomendaciones. Los resultados a la fecha son la construcción del Módulo de Cálculo Sensible al Contexto, Módulo de Adquisición de Imágenes, Módulo de Adquisición de Variables, servidor web en la nube, razonador basado en casos y Módulo de Procesamiento de Imágenes, aplicable al crecimiento de una especie en un Fitotrópico con 25 plantas.

Palabras clave: *Software, Hidroponía, Visión, CBR, Recomendador.*

INTRODUCCIÓN

En la primera etapa se realizó el diseño y desarrollo preliminar de un Fitotrón en el que se integraron dispositivos de sensado y control básicos para configurar los parámetros que intervienen en el ambiente: temperatura, iluminación y humedad. El diseño y ejecución de las pruebas experimentales se realizó en un ambiente local, que consistieron en la identificación y captura de variables (imagen de la planta y parámetros del ambiente). En la etapa 2 se reporta la construcción del Módulo de Cómputo Sensible al Contexto con integración del Módulo de Adquisición de Imágenes (MAI) y el Módulo de Adquisición de Variables (MAV), arquitectura de internet de las cosas (IoT) para la comunicación entre dispositivos, plataforma web en servidor en la nube, Módulo de Razonamiento Basado en Casos (en inglés: Case Based Reasoning - CBR) y el Módulo de Procesamiento de Imágenes (MPI).

Mediante una revisión exhaustiva de la literatura se encuentran algunos trabajos relacionados, sus principales aportaciones se mencionan a continuación:

Gouthnam (Gouthnam., 2014) en el Instituto de Tecnología de la India, propuso un software para la detección prematura de plagas en la plantación del tomate; en este proyecto se capturan imágenes del tomate y la imagen pasa por varias etapas para detectar el número de insectos (*Helicoverpa armigera*), con el fin de utilizar la cantidad de plaguicida con base en el número de insectos.

En la Universidad de Cundinamarca y La Universidad de San Buena Ventura, Guerrero y Benavides (Guerrero & Benavides, 2014) presentaron una herramienta para clasificar aguacate hass y otros tipos de frutas como plátanos y semillas de café. El sistema propuesto permite detectar el estado de madurez del aguacate utilizando el algoritmo de agrupamiento *K-means*.

En Tailandia, en la Universidad de Naresuan (Tiay, Benyaphaichit, & Riyamongkol, 2014) se desarrolló un sistema de reconocimiento de flores basado en el procesamiento de imágenes. Este sistema utiliza características como borde y color de las imágenes de las flores para clasificarlas. Se utiliza el algoritmo *K-Nearest Neighbors* (KNN) para clasificar flores con una exactitud del 80%.

En el Instituto de Ingeniería y Tecnología de Jawaharlal Darda en la India (Shire, Jawarkar, & Manmode, 2015) se llevó a cabo un estudio sobre la detección de hojas enfermas mediante la técnica del procesamiento de imágenes usando el algoritmo *K-medoids* que arroja mejores resultados que el *K-means* debido a que trabaja con imágenes a escala de grises y con grandes bases de datos.

En China, en el centro de investigación *Nercita* (Boxiang, Chuanyu, Xinyu, & Sheng, 2014) se desarrolló un sistema que presenta el diseño e implementación de un sistema de adquisición de imágenes agrícolas para el Cómputo Sensible al Contexto. Integra 4 módulos: sistema de cámara, sistema de control, mecanismo y comunicación.

En el *Chengdu Vocational College of Agricultural Science and Technology* de China (Cheng-Jun, 2014) se creó un Sistema de monitorización de las condiciones de campo basado en *EPC framework*. Los requisitos son: bajo costo, bajo consumo, gran área, multi-parámetros, multi - locación y alta tasa de acceso a la red de monitorización de ambientes agrícolas. Consideran la temperatura del aire, humedad del suelo, densidad de CO₂, intensidad de la luz, valores de pH en ambiente de agua en múltiples locaciones y multi parámetros en tiempo real.

En la Universidad de Philadelphia en Jordania (Al-Aubidy, Ali, Derbas, & Al-Mutairi, 2014) se implementó la monitorización en tiempo real y control de diversos parámetros ambientales para un

grupo de invernaderos. El sistema permite al agricultor monitorear las variables relacionadas al invernadero utilizando tecnología web o teléfonos inteligentes.

En México, en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave (Campos Vega, Lugo, Leyva Lugo, & Bojórquez Delgado, 2014) describen el diseño para automatizar el proceso de hidroponía, donde se obtienen datos como la temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxigenación del agua, que son vitales para mantener un buen ambiente para el desarrollo de un cultivo hidropónico, a través de un sistema de control basado en lógica difusa.

La aportación de este trabajo, es la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial en el área de reconocimiento de patrones usando los frameworks *OpenCV* y *PlantCV*, uso del Cómputo Sensible al Contexto para regular las condiciones ambientales de cultivo, uso de *Raspberry Pi 3®* con un Sistema Operativo *Linux* de 64 bits, cámaras de alta resolución para el Módulo de Adquisición de Imágenes y de *Arduino Mega* para el sensado de variables de ambiente y de la planta, además de la aplicación de conceptos de “*Internet of things*”(*IoT*) en la comunicación de los módulos electrónicos de sensado y un servidor en la nube con el Módulo de Procesamiento de Imágenes

Hasta la fecha de publicación de este trabajo, se han desarrollado el Módulo de Cómputo Sensible al Contexto, integración del Módulo de Adquisición de Imágenes, el Módulo de Adquisición de Variables, arquitectura de *IoT* para comunicación, plataforma fitosmart.com.mx, Módulo de Razonamiento Basado en Casos (CBR) y Módulo de Procesamiento de Imágenes usando el framework *PlantCV* y Google *TensorFlow*.

METODOLOGÍA

Hipótesis

Un Fitotrón es una cámara o conjunto de estas en las que se pueden cultivar plantas en condiciones rigurosas y estrictamente controladas. La segunda etapa del proyecto FitoSmart plantea la siguiente hipótesis: “Es posible construir un Fitotrón usando Cómputo Sensible al Contexto e Inteligencia Artificial que permita regular las condiciones ambientales de un cultivo hidropónico”.

Diseño utilizado en el estudio

Para el cumplimiento del objetivo de la etapa 2 del proyecto “Desarrollar FitoSmart, una plataforma tecnológica de fitomonitoreo para mantener el ambiente óptimo de un cultivo hidropónico en particular utilizando Cómputo Sensible al Contexto y técnicas de Inteligencia Artificial”, la figura 1 presenta el diagrama de componentes usado en el diseño y construcción del proyecto.

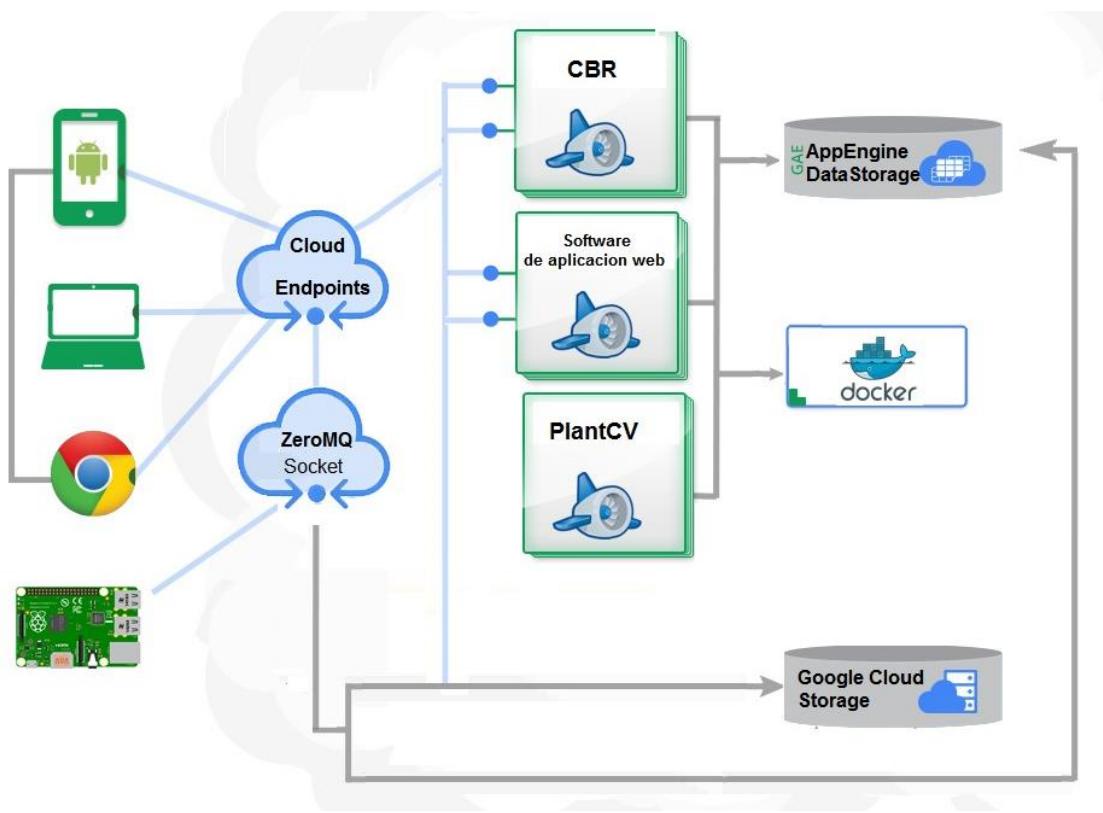


Figura 1.- Diagrama arquitectónico de la Plataforma FitoSmart, etapa 2.

1. El Módulo de Cómputo Sensible al Contexto está constituido de los siguientes componentes:
 - a. Módulo principal que permite configurar variables del contexto como ubicación GPS (siglas en inglés *Global Positioning System*) del Fitotron, condiciones ambientales como temperatura, humedad, presión atmosférica e interacción con el Módulo de Adquisiciones de Imágenes, variables y actuadores.
 - b. El Módulo de Adquisición de Imágenes (MAI) está compuesto por una computadora *Raspberry Pi 3* (*RaspBerryPi*, 2017), pantalla de 3.5 pulgadas, Picamera, utiliza un sistema operativo *RaspBian* de 64 bits, con lenguaje de programación *Python* y el framework *OpenCV 3.1* (*OpenCV*, 2017) que habilitan la lectura de un código de barras que identifica la planta, una imagen lateral y otra frontal
 - c. El Módulo de Adquisición de Variables (MAV) compuesto por una tarjeta *Arduino Mega* (*Arduino Official Page*, 2016), con un kit de sensores adaptados para medir la temperatura, pH, conductividad eléctrica de la solución hidropónica, O₂, CO₂ y luminosidad del ambiente.
2. Arquitectura IoT, forma parte del software de comunicación entre los dispositivos y el servidor en la nube utiliza el framework *zero-mq* con Python.

3. Plataforma FitoSmart en la nube (fitosmart.com.mx) se encarga de administrar los catálogos de Fitotrópico, usuario, especies, plantas, integración con el Módulo de CBR y de procesamiento de imágenes.
4. Módulo de Razonamiento Basado en Casos usando el API de Jcolibri.
5. Módulo de Procesamiento de Imágenes que permite hacer el análisis de las imágenes y algoritmos de predicción para la toma de decisiones en la modificación de las condiciones ambientales que deberán aplicarse al cultivo hidropónico

Sujetos, universo y muestra

Para la investigación de la etapa 2 del proyecto FitoSmart se trabajó en conjunto con investigadores del Departamento de Agricultura Sustentable y Protegida de la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz y de acuerdo a su opinión como expertos en el área, se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones.

1. Ejecutar las pruebas con un Fitotrópico para medir las condiciones ambientales de forma precisa, con el número de variables mínimas y una sola especie de planta.
2. La planta seleccionada fue lechuga orejona por ser de fácil cultivo y periodo de crecimiento relativamente corto.
3. Se equipó el Fitotrópico para 25 plantas de lechuga.
4. De todas las variables ambientales a medir se acordó tomar en cuenta 5: temperatura, conductividad eléctrica, pH, O₂ y CO₂.
5. Análogamente se diseñó un sistema de iluminación a base de lámparas LED para medir la luminosidad y ajustar de acuerdo a las necesidades de la planta.
6. En cuanto al contexto, se determinó considerar las variables de latitud, longitud, altitud sobre el nivel del mar, temperatura ambiente, velocidad del viento y presión atmosférica.

Instrumentos de medición aplicados

Los instrumentos utilizados para validar la efectividad de la plataforma fueron:

- 1.- Cada planta se identificó con un código de barras, compuesto por el código del Fitotrópico más un número consecutivo.
- 2.- Se decidió tomar dos imágenes por cada planta, una lateral para medir su longitud y una frontal para obtener el diámetro; éstos dos valores se implementaron en un algoritmo de regresión lineal múltiple para predecir el número de hojas por planta, lo cual nos proporciona una estimación del grado de madurez de la planta.
- 3.- De acuerdo con la ficha técnica de la planta, la temperatura óptima en todas las etapas de crecimiento es de 18-21 grados centígrados durante el día, y de 8-10 grados durante la noche.
- 4.- De acuerdo con la opinión de los expertos, se decidió que la solución nutritiva para la planta fuera la misma para todas las etapas de crecimiento: NH₄, K, Ca, Mg, NO₃ y SO₄.
- 5.- Se medirá la conductividad eléctrica de la solución nutritiva al inicio y fin del proceso, para determinar la cantidad de nutrientes absorbidos por las plantas, determinando por

diferencia la cantidad de cada nutriente que deberá agregarse.

6.- En esta etapa del proyecto la solución nutritiva se mezcla y ajusta de manera manual.

7.- La temperatura es regulada a través de la apertura de las ventanillas. El control de la ventilación en esta etapa se realiza de forma manual.

8.- La luminosidad dentro del Fitotrón deberá estar en el rango de 10,000 a 30,000 Lx (Lu/m²)

9.- El ajuste de luminosidad será automática de acuerdo al Módulo de Iluminación que ajustará los actuadores.

Procedimiento

La metodología aplicada en este proyecto se puede resumir en la siguiente sucesión de pasos ejecutados cronológicamente:

1.- El sistema establece la configuración inicial del Fitotron a través de un archivo de texto plano con formato JSON, el usuario puede editar la configuración del Fitotron en sus variables de: *appname*, *cloud_api*, *device_id*, *ip_server*, *port*, *timer*. El sistema permite consultar la información detallada del Fitotron consultando un servicio web del servidor de la nube tal como: *id_fitotron*, descripción, *direccion_fisica*. Con la dirección del Fitotrón se podrá consultar y persistir la coordenadas GPS (latitud y longitud) de la ubicación física a través de un servicio de Geolocalización de Google. Usando las variables de latitud y longitud se consultan y persisten las condiciones de clima como temperatura, humedad, altitud, presión, velocidad de viento y las condiciones de nubosidad usando la API de clima <https://openweathermap.org/>. La figura 2 muestra la pantalla de consulta de las variables de contexto en la computadora Raspberry Pi.



Figura 2.- Modulo de Computo Sensible al Contexto en la computadora Raspberry Pi

2.- El **sistema** persiste la información del GPS, clima e información detallada del Fitotron y la envía al Módulo de Adquisición de Imágenes. El Módulo de Adquisición de Imágenes

captura el código de la planta, así como las imágenes lateral y frontal. La figura 3 muestra el Módulo de Adquisición de Imágenes.



Figura 3.- Módulo de Adquisición de imágenes en la computadora Raspberry Pi

3.- El sistema interactúa con el Módulo de Adquisición de Variables para solicitar las variables de sensado de temperatura, pH, ce, O₂ y CO₂. El sistema a través de la arquitectura de comunicación basada en el *framework zero-mq*, podrá enviar los datos del código: id_fitotron, codigo_planta, foto_lateral, foto_frontal, temperatura, pH, ce, O₂, CO₂, lat y lng al servidor en la nube de la plataforma fitosmart.com.mx. La Figura 4 muestra un fragmento de la implementación de la clase de envío a la plataforma web usando Python y zmq.

```
from time import sleep
import zmq
import sys
from random import random
import base64
import time,datetime
import json

class FitoSendData:
    def senddata(self, id_device, id_planta, url_image0, url_image1, mydatavars, ip, numport, lat, lng):
        port = numport

        context = zmq.Context()
        print "Connecting to server..."
        socket = context.socket(zmq.REQ)
        socket.connect ("tcp://" + ip + ":" + str(port))

        # toma lateral - 0
        image=open(url_image0,"rb")
        image_read=image.read()
        print("enviando imagen lat.jpg")
        pack = (image_read)

        socket.send(image_read)
        message_url0=socket.recv()
        print message_url0
```

Figura 4.- Módulo de Envío de Datos usando el *framework zmq*

4.- El Módulo de Recepción de Datos hospedado en el servidor web recibe la imagen y su conjunto de valores y los almacena en la base de datos *Google DataStore* y las imágenes en el *Google Storage*. La figura 5 muestra un fragmento del código para la recepción y persistencia de los datos de sensado e imágenes.

```
Open Save
import signal
import zmq
import six
import base64
import requests
import json
from time import sleep
from google.cloud import storage
from google.cloud import datastore
import datetime

if __name__ == '__main__':
    ctx = zmq.Context()
    socket = ctx.socket(zmq.REP)
    socket.bind("tcp://*:3000")
    print("-----Fitotron SERVER READY -----")

while True:
    message = socket.recv()
    if message.startswith('{'):
        # It's a string !
        myparams = json.loads(message)
        pars = {
            "code_device": myparams['code_device'],
            "id_planta": myparams['id_planta'],
            "fecha": myparams['fecha'],
            "values": json.dumps(myparams['values']), # users=[{"email_hash": "fh7834uifre8houi3f"}, ... ]
            "urlImageLat": myparams['urlImageLat'],
            "urlImageSup": myparams['urlImageSup']
        }
        r = requests.get("http://fitotron-api.appspot.com/sendSensado", params= pars)
        data = r.text
        re = "inserted ok"
        socket.send(re)

Plain Text Tab Width: 8 ▾ Ln 16, Col 2 ▾ INS
```

Figura 5.- Módulo de Recepción de Imágenes hospedado en el servidor web

RESULTADOS

En el presente trabajo se logró realizar pruebas experimentales del Fitotrón en un ciclo completo que va desde la adquisición de imágenes, adquisición de valores de sensores, envío de los datos sin pérdida de información, recepción de la información en la plataforma web, persistencia de imágenes y datos, análisis y ajuste de los parámetros del ambiente para garantizar el crecimiento de la planta.

Como resultados tenemos:

1.- Plataforma fitosmart.com.mx con una arquitectura basada en microservicios *Docker*, donde la capa de la interfaz del usuario se ejecuta en un servidor Debian 8.0 Jessie independiente, instancia *Docker* con Capa REST API Pública, instancia *Docker* para Capa *Web-token* para login y operaciones con datos sensibles, instancia *Docker* capa de acceso a servicios web de Apache Java tomcat para interfaz con el CBR. Algunas funcionalidades de la plataforma web son: Administración de usuarios, Fitotrón, especies, etapas de crecimiento, configuración de nutrientes por etapa, administración de plantas, integración con Módulo CBR e integración con el Módulo de Procesamiento de Imágenes (MPI).

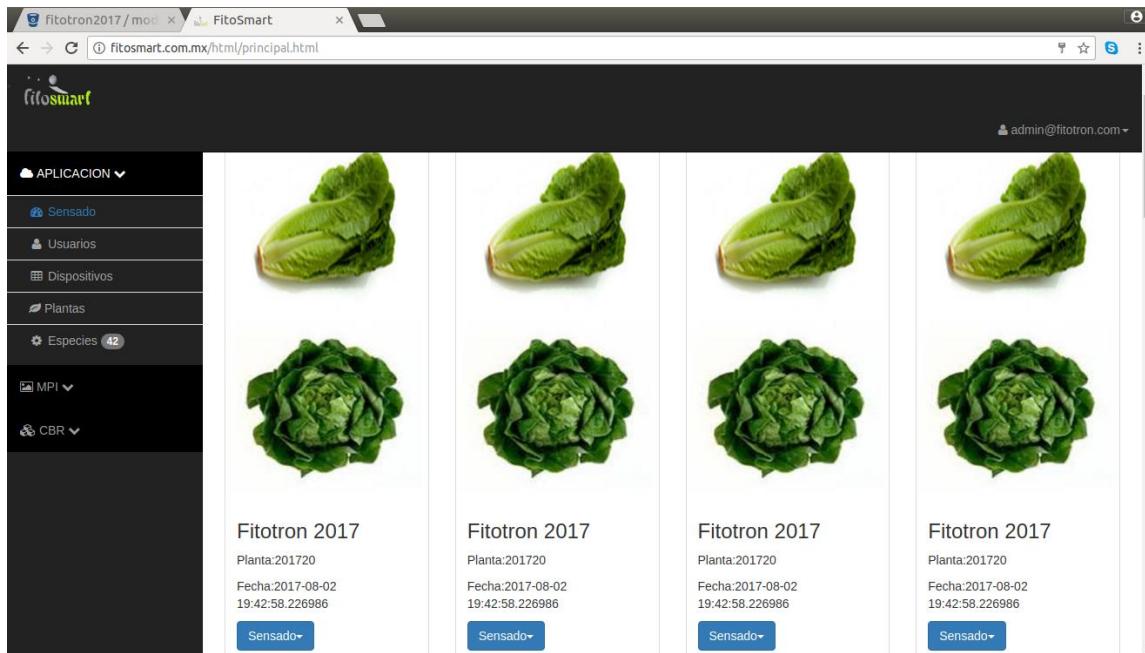


Figura 6.- Plataforma web del proyecto FitoSmart

2.- Módulo de Razonamiento Basado en Casos (CBR)

En este módulo se desarrolló un modelo de similitud con las variables latitud, longitud, temperatura, pH, conductividad eléctrica, O₂ y CO₂. Para la implementación de las operaciones de representación de casos, recuperación, adaptación, revisión y aprendizaje se utilizó la herramienta *Jcolibri*, para poner en producción este módulo se instaló el servidor *Apache Tomcat 8.0*, y se implementó una capa de servicios *Java SOAP* para soportar las operaciones sobre los casos desde la plataforma FitoSmart.

El módulo *CBR* se comunica con el software de actuadores del Módulo de Computo Sensible al Contexto, que a su vez se comunica con el módulo de actuadores para el ajuste de las condiciones ambientales del Fitotró, como la regulación de la intensidad de luz, inyección de algún nutriente, regulación de la temperatura, entre otros.

3.- Módulo de Procesamiento de Imágenes con *Google Tensorflow* (MPI) El módulo MPI funciona como un módulo independiente que permite descargar el *DataSet* de imágenes almacenados en Google Cloud Storage en una carpeta “*data*” determinada, así mismo, permite ejecutar algoritmos con el framework *plantCV* para medir la longitud de la planta de la toma lateral y para medir el diámetro de las plantas de la toma frontal. La figura 7 muestra un fragmento del código para medir la longitud de la planta usando el framework *PlantCV*.

The screenshot shows a code editor window with the following Python code:

```
import plantcv as pcv
import cv2
import numpy as np
import math

class FitoMPIProcess:
    def getMetricLateral(self,urlImage):
        self.r=urlImage
        ##### detección de contorno para medición #####
        img, path, filename = pcv.readimage(urlImage)
        device = 0
        debug=None
        device, s = pcv.rgb2gray_hsv(img, 's', device, debug)
        #cv2.imshow("rgb a hsv y extraer saturacion 4",s)
        # Threshold the Saturation image 5
        #sacar imagen binaria del canal de saturación
        device, s_thresh = pcv.binary_threshold(s, 85, 255, 'light', device, debug)
        #cv2.imshow("imagen binaria de hsv",s_thresh)
        # Median Filter 6
        #sacar un filtro median blur
        device, s_mblur = pcv.median_blur(s_thresh, 5, device, debug)
        device, s_cnt = pcv.median_blur(s_thresh, 5, device, debug)

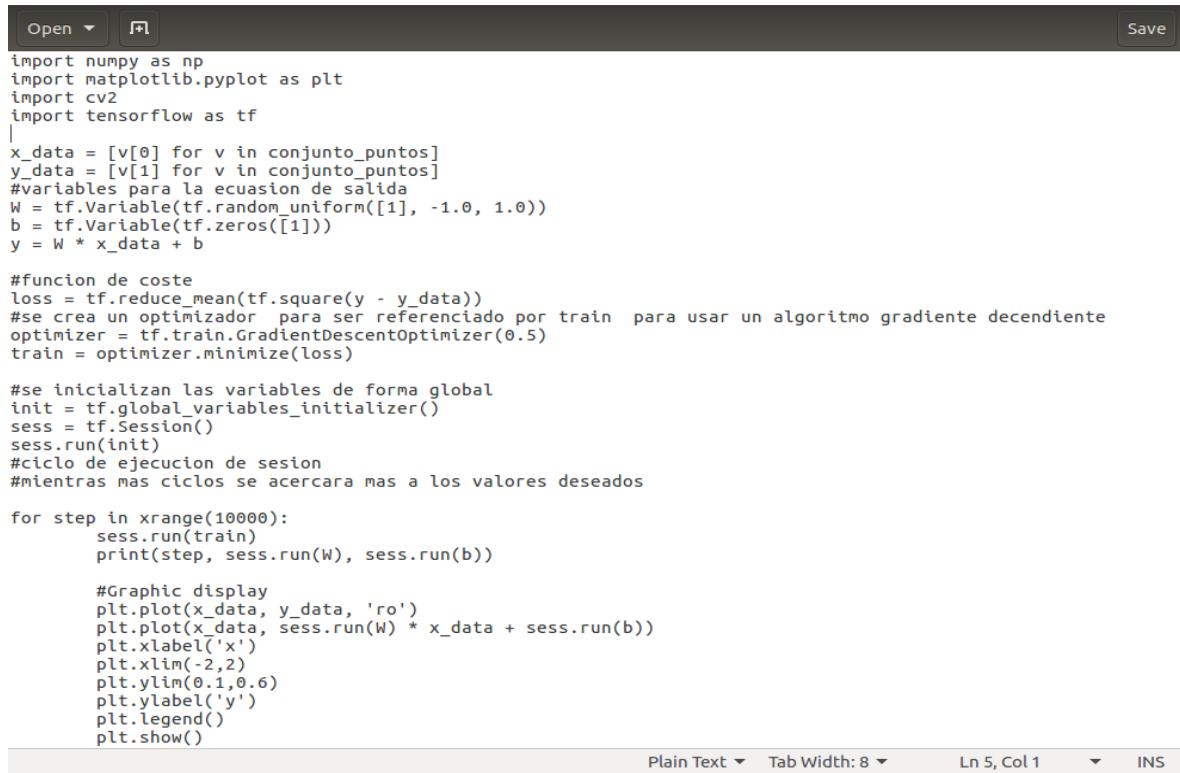
        ##### determinar altura de la planta #####
        # Buscamos contorno en la imagen
        contornos, hierarchy = cv2.findContours(kept_mask, cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
        cv2.drawContours(img,contornos,-1,(0,0,255),5) # dibuja el contorno externo de la imagen
        areas=[cv2.contourArea(temp) for temp in contornos]
        max_index=np.argmax(areas)
        largest_contour=contornos[max_index]

        ##### aplicando teorema de aproximidad de contorno #####
        approx=cv2.approxPolyDP(largest_contour,0.01*cv2.arcLength(largest_contour,True),True)
        #parámetros son 3 ya están
        hull=cv2.convexHull(approx,returnPoints=True) #muestra los contornos del objeto(xy)
        x,y,width,height=cv2.boundingRect(largest_contour) # encunetra contornos para crear un rectángulo
        cv2.rectangle(img,(x,y),(x+width,y+height),(0,255,0),2) #encierra borde de objeto en rectángulo
```

Below the code, there are status indicators: Plain Text, Tab Width: 8, Ln 37, Col 63, and INS.

Figura 7.- Implementación del algoritmo con PlantCV para medir la longitud de la planta

El módulo MPI ejecuta un algoritmo de regresión lineal múltiple usando *Google TensorFlow* para predecir el follaje (número de hojas) y longitud adecuada de la planta para determinar si las condiciones de la planta son las correctas para el periodo de tiempo y condiciones aplicadas al contexto del Fitotró. La figura 8 muestra un fragmento de la implementación del algoritmo de regresión lineal múltiple usando *Google TensorFlow*.



```
Open | + Save
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import cv2
import tensorflow as tf
|
x_data = [v[0] for v in conjunto_puntos]
y_data = [v[1] for v in conjunto_puntos]
#variables para la ecuacion de salida
W = tf.Variable(tf.random_uniform([1], -1.0, 1.0))
b = tf.Variable(tf.zeros([1]))
y = W * x_data + b

#funcion de coste
loss = tf.reduce_mean(tf.square(y - y_data))
#se crea un optimizador para ser referenciado por train para usar un algoritmo gradiente descendiente
optimizer = tf.train.GradientDescentOptimizer(0.5)
train = optimizer.minimize(loss)

#se inicializan las variables de forma global
init = tf.global_variables_initializer()
sess = tf.Session()
sess.run(init)
#ciclo de ejecucion de sesion
#mientras mas ciclos se acercara mas a los valores deseados

for step in xrange(10000):
    sess.run(train)
    print(step, sess.run(W), sess.run(b))

    #Graphic display
    plt.plot(x_data, y_data, 'ro')
    plt.plot(x_data, sess.run(W) * x_data + sess.run(b))
    plt.xlabel('x')
    plt.xlim(-2,2)
    plt.ylim(0.1,0.6)
    plt.ylabel('y')
    plt.legend()
    plt.show()
```

Plain Text ▾ Tab Width: 8 ▾ Ln 5, Col 1 ▾ INS

Figura 8.- Implementación del algoritmo de regresión lineal múltiple con Google TensorFlow

DISCUSIÓN

Con base en los resultados de la investigación elaborada y con la revisión de los principales artículos de investigación relacionados con el desarrollo del proyecto, se puede visualizar el uso de tecnologías y técnicas de Inteligencia Artificial, Visión por Computadora, Cómputo Sensible al Contexto, Razonamiento Basado en Casos y Sistemas de Recomendación, favoreciendo el servicio prestado al considerar capacidades aumentadas a los usuario finales.

FitoSmart y los trabajos relacionados presentan el desarrollo e implementación de métodos, sistemas, *frameworks* o técnicas en la denominada Agricultura de Precisión, con el fin de reducir el impacto ambiental al aplicar insumos (fertilizantes, fitosanitarios, agua) y favorecer las condiciones ambientales según las necesidades del cultivo. Asimismo, contribuir al ahorro de costos, aumento de la calidad y productividad. Las técnicas de Inteligencia Artificial como el Procesamiento de Imágenes y Reconocimiento de Patrones contribuyen a la detección de enfermedades en la planta y reconocimiento de la maduración de frutos.

CONCLUSIONES

Como parte del proyecto global se plantea una tercera etapa como trabajo futuro, donde se capitalizarán las experiencias en la etapa 1 y 2, se pretende la automatización de un invernadero hidropónico en cuanto a la mezcla de nutrientes en la solución, múltiples fitotrones compartiendo

conocimiento a través de internet, implementación de Deep learning en el procesamiento de imágenes para detectar enfermedades en las plantas usando el *framework* de Nvidia CUDA y cuDnn.

REFERENCIAS

- Al-Aubidy, K., Ali, M., Derbas, A., & Al-Mutairi, A. (2014). Real-time monitoring and intelligent control for greenhouses based on wireless sensor network. *Multi-Conference on Systems, Signals Devices (SSD), 2014 11th International*, pp. 1-7.
- Arduino Official Page*. (22 de 09 de 2016). Obtenido de
<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>
- Boxiang, X., Chuanyu, W., Xinyu, G., & Sheng, W. (2014). Image acquisition system for agricultural context-aware computing. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, pp. 75-80.
- Campos Vega, E., Lugo, R., Leyva Lugo, G., & Bojórquez Delgado, G. (2014). Diseño e implementación de un sistema de control basado en Lógica Difusa para la automatización del proceso de Hidroponía. *Congreso internacional de ingeniería electrónica. Memoria*, (págs. pp- 20-25).
- Cheng-Jun, Z. (2014). Research and Implementation of Agricultural Environment Monitoring Based on Internet of Things. *Intelligent Systems Design and Engineering Applications (ISDEA), 2014 Fifth International Conference on*, (págs. pp. 748-752.).
- Gouthnam. (2014). Early Pest Detection in Tomato Plantation using Image Processing. *International Journal of Computer Applications*, p. 12.
- Guerrero, E., & Benavides, G. (2014). Automated System for Classifying Hass Avocados Based on Image Processing Techniques. *Communications and Computing (COLCOM), 2014 IEEE Colombian Conference on*, pp.1-6.
- Leonard, M. &. (2014). Design of efficient hydroponic nutrient solution control system using soft computing based solution grading. *Computation of Power, Energy, Information and Communication (ICCP-EIC), 2014 International Conference on*, (pág. pp. 14).
- OpenCV*. (22 de 10 de 2017). Obtenido de <http://opencv.org/opencv-3-1.html>
- RaspberryPi*. (22 de 09 de 2017). Obtenido de <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- Rupanagudi, S. R. (2014). A cost effective tomato maturity grading system using image processing for farmers. *Contemporary Computing and Informatics (IC3I), 2014 International Conference on*, (págs. pp.7-12.).

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

- Shire, A., Jawarkar, U., & Manmode, M. (2015). A Review Paper On: Agricultural Plant Leaf Disease Detection Using Image Processing. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology.*, pp 50-57.
- Tiay, T., Benyaphaichit, P., & Riyamongkol, P. (2014). Flower recognition system based on image processing. *Student Project Conference (ICT-ISPC), 2014 Third ICT International*, (págs. pp. 99-102).

VIGÍA-NET, PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE VIGILANCIA BASADA EN VISIÓN POR COMPUTADORA INCORPORADA AL CÓMPUTO EN LA NUBE

Rodríguez Vásquez, Gabriel¹

Lagunes Domínguez, Patricia²

Gómez López, Rosa María³

direccion@astiservices.com¹. ASTI Consultoría de Software.

patylado@hotmail.com². Universidad Veracruzana.

soporte@astiservices.com³. ASTI Consultoría de Software.

ABSTRACT

Nowdays insecurity is the the main problem in México, this social phenomenon is constantly greater than security corporations capacity and it affects to mexican society in heritage and personal integrity aspects. So the enterprises are impacted too, human and material resources are vulnerable to social insecurity, avoiding the economic expansion. For this reason is necessary the corporation implements process to improve security. Vigia-Net is a surveillance platform that uses information technology and communication like: Context-aware computing, cloud computing and artificial intelligence techniques like: Computer Vision, Case-Based Reasoning and Recommender systems. This project allow process and analize real time data to generates information to help to people, enterprises and society to implement mechanisms to avoid damage in their material resources and personal integrity.

Keywords: Security, Surveillance, Artificial Intelligence, Cloud computing, Computer Vision.

RESUMEN

En la actualidad la inseguridad es una de las principales preocupaciones que se presenta en gran parte del territorio mexicano, siendo una problemática que constantemente supera a la seguridad pública y que afecta a la sociedad ya que representa una amenaza a la integridad y el patrimonio de las personas, así mismo se presenta la llamada victimización de las empresas en la cual se ven afectados los recursos humanos y materiales de las empresas impactando de manera negativa en sus inversiones y por ende obstaculiza toda opción de expandirse. Con base a los antes mencionado es imprescindible para las empresas implementar aplicaciones de vigilancia que refuercen la seguridad. Vigía-Net es una plataforma de vigilancia que emplea tecnologías de la información y comunicación tales como: cómputo sensible al contexto, cómputo en la nube, además de técnicas de inteligencia artificial como visión por computadora, razonamiento basado en casos y sistemas de recomendación, con el objetivo de procesar y analizar información en tiempo real que ayuden a prevenir y/o sugerir acciones que salvaguarden la integridad de los recursos de las empresas, instituciones y sociedad en general.

Palabras clave: Seguridad, Vigilancia, Inteligencia artificial, Computo en la nube, Visión por computadora.

INTRODUCCIÓN

En el Informe de Competitividad Global 2015-2016 (Schwab, 2016), emitido por el Foro Económico Mundial en el cual participan un total de 140 países, se reporta que México ocupa el lugar 135 en los Costos empresariales generados por el delito y la violencia, lo que significa que se encuentra entre los cinco países que tiene mayores costos que la delincuencia y la violencia imponen a las empresas;

y en el lugar 136 por la delincuencia organizada que significa que México también está entre los 5 países que más costos le impone a sus empresas por el crimen organizado, entendida como la mafia orientada a la extorsión; esto se ve reflejado en el nivel de competitividad tanto del país como de sus empresas, ubicándose en el lugar 57 de los 140 países evaluados.

Dado lo anterior, la violencia es una de las principales preocupaciones de seguridad pública y social en México ya que representa una amenaza a la integridad y patrimonio de las personas. De acuerdo con la OEA (Organización de los Estados Americanos), en algunos países de América Latina, los costos de la violencia oscilan entre el 5% y 25% del PIB. Por esta razón, la experiencia internacional sugiere que el fenómeno de la delincuencia se estudie desde dos dimensiones: la victimización (ocurrencia efectiva de un delito) y el temor (emoción básica del ser humano que alerta en caso de una amenaza o peligro concreto vinculada, en este caso, a la posibilidad de ser víctima de un delito). La victimización de las empresas se considera un gran problema que afecta a la sociedad mexicana, debido a los múltiples delitos en unidades económicas como daños contra la propiedad o contra los individuos causando inclusive víctimas humanas en una unidad económica. Los delitos se cometen por ofensores internos, externos o no definidos. Adicionalmente, la delincuencia contra las empresas tiene un impacto negativo en las inversiones ya que los altos niveles de delincuencia desincentivan a los inversionistas locales y externos, y por consiguiente se obstaculiza la expansión y progreso de las empresas.

Para complementar la medición de la victimización realizada con la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE, 2014) el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) diseñó la Encuesta Nacional de Victimización de Empresas (ENVE, 2014), siendo la primera de su tipo en el país y en América Latina; es la más actual a la fecha. Ésta tiene el propósito de generar datos comparables con las mejores prácticas internacionales, sobre indicadores básicos como la incidencia y la prevalencia delictiva en empresas y negocios, con la finalidad de brindar información valiosa para el diseño de políticas públicas por las autoridades competentes, así como para contribuir en el diseño de estrategias en materia de seguridad por parte de las empresas.

Mugellini (ENVE, 2014), clasifica los delitos contra empresas, mismos que son incluidos en encuestas de victimización.

- a) Los delitos contra la propiedad: a través del *ofensor no definido* que involucra al allanamiento de las instalaciones, el intento de allanamiento, el vandalismo, el robo de vehículos o parcial de vehículos y el robo por parte de un desconocido; el *ofensor interno* que implica el robo o fraude por parte de los empleados y por último, cuando es *ofensor externo* que puede ser el robo por parte de los clientes o de foráneos o fraude por parte de foráneos.
- b) Delitos en contra de los individuos: cuando se da por el *ofensor no definido* que se da a través de asaltos, amenazas y hostigamiento sexual; cuando se da a través del *ofensor interno* que incluye el Mobbing (acoso laboral).
- c) Interacción en los delitos contra la propiedad: por parte del *ofensor externo* que puede ser el asalto o el intento de asalto.
- d) Otros delitos: que van desde contrabando de tabaco y alcohol, la venta de bienes u objetos robados o productos falsificados (“piratas”), delitos electrónicos, falsificación de moneda, soborno o corrupción, extorsión, derecho de piso o extorsión para protección, usura, hasta el secuestro del propietario o de algún empleado.

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

La ENVE estimó que en el año 2013 el 33.6% de las unidades económicas del país fueron víctimas de la delincuencia. La **Tabla 1** muestra cual fue la prevalencia delictiva:

Tabla 1. Prevalencia delictiva

Por sector:		Por tamaño:	
Comercio:	37.5 %.	Grandes:	58.3 %
Industrial:	33.9 %	Medianas:	56.4 %
Servicios:	28.9 %	Pequeñas:	46.6 %
		Micross:	
		32.8 %	

A partir de la ENVE se estimó que durante el año 2013 se generaron 2.5 millones de delitos asociados a 1.3 millones de unidades económicas víctimas. La tasa de prevalencia del delito más alta corresponde al robo hormiga con 1,199 unidades víctimas por cada 10,000 unidades económicas. La **Figura 1** presenta de manera gráfica las cifras de la tasa de prevalencia del delito a nivel nacional.

Tasa de víctimas por cada 10,000 unidades económicas
(según tipo de delito)

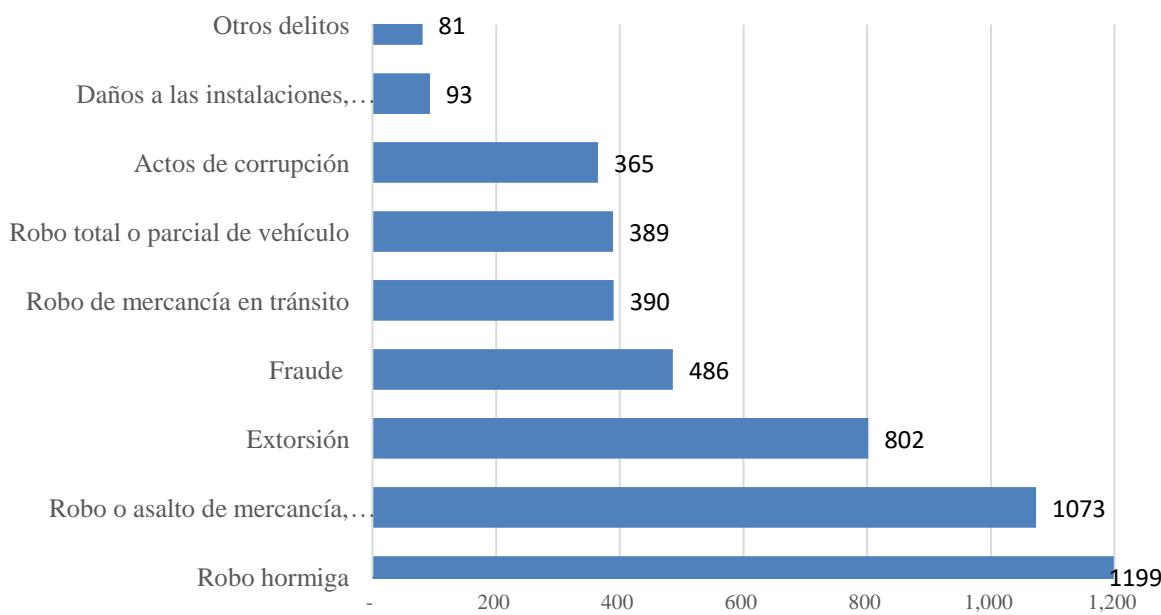


Figura 1. Gráfica de víctimas por tipo de delito

Como se observa en la gráfica anterior (**Figura 1**), los principales delitos que se presentan en las empresas mexicanas son: hurtos de poco valor (robo hormiga), seguido del robo o asalto de mercancía, dinero, insumos o bienes y en tercer lugar la extorsión. La recurrencia a éstos y otros

delitos han ocasionado la adopción de medidas de seguridad para la población en general y para las empresas en las cuales el principal robo es realizado por el mismo personal. A causa del incremento de estos delitos las empresas se ven orilladas a tomar medidas preventivas para disminuir estos índices, generando un aumento en la demanda de productos como: cámaras de seguridad, sistemas de video vigilancia, alarmas para control perimetral y dispositivos biométricos (para identificar huellas dactilares, retina, iris, patrones faciales, voz, entre otros), este aumento representa un recurso importante para monitorizar y controlar los accesos a las instalaciones en lugares como centros comerciales, escuelas, hospitales, aeropuertos, estadios, conciertos, entre otros y proporcionan funcionalidades que contribuyen a los mecanismos de seguridad de las instituciones u organizaciones (Januzaj, Y., Luma, A. y Ramaj, V., 2015).

Anteriormente, se utilizaban cámaras grabadoras, posteriormente se implementaron los equipos de vigilancia que incorporan funcionalidades más complejas y permite almacenar archivos de video o imágenes, los cuales son útiles como prueba judicial o evidencia para esclarecer algún delito, robo o accidente. Sin embargo, este tipo de tecnologías generalmente sirve para generar evidencia de los delitos no para prevenirlos y evitar que se presenten situaciones de riesgo para las personas que laboran dentro de una empresa, siendo necesaria la manipulación y revisión minuciosa del video o imagen por el personal encargado de manera instantánea, la calidad de las imágenes es deficiente dificultando la revisión del material, de igual manera provoca la generación de alertas falsas entre otros.

Debido a esto, son cada vez más las empresas que utilizan dispositivos y aplicaciones de seguridad con técnicas de inteligencia artificial que incorporan el Reconocimiento Facial para aspectos como: identificación criminal, video vigilancia, reconocimiento del individuo (para el uso de tarjetas de crédito, tarjetas de débito, pasaportes o licencias de conducir), control de acceso (aeropuertos, puertos marítimos o cajeros), seguridad en prisiones, entre otras (Lu, 2015). Sin embargo, a pesar del potencial y avance de la tecnología se identifican ciertas dificultades en los sistemas de Reconocimiento Facial principalmente en la selección de características para la representación del rostro y su clasificación basada en los criterios de características elegidos. Por lo tanto, es de vital importancia que se generen nuevas propuestas tecnológicas encaminadas a solventar las dificultades presentadas en los procesos de vigilancia.

DESARROLLO

Vigía-Net: Plataforma Tecnológica de Vigilancia brinda servicios de video vigilancia en tiempo real a través de monitorizar, vigilar y controlar la admisión o restricción de accesos a las instalaciones y/o zonas delimitadas mediante la validación de perfiles (datos personales, foto, horario laboral y zonas permitidas) por Reconocimiento Facial mediante el uso de bibliotecas de procesamiento de imágenes y reconocimiento de patrones faciales, así como determinar la probabilidad de ocurrencia de algún evento de riesgo como: violación de accesos, intrusiones, indicios de actos delictivos o personas sospechosas, y a su vez sugiera las acciones pertinentes a realizar antes, durante o después de la situación presentada como: alertar al personal encargado para tomar las medidas preventivas o correctivas.

Vigía-Net es una herramienta que busca mejorar la seguridad de las instituciones y/u organizaciones para la prevención de actos delictivos, apoyando en salvaguardar sus recursos (humanos, financieros y materiales) a través de la captura y procesamiento de la información realizada por los módulos que integran la plataforma.

El desarrollo de la Plataforma Vigía-Net incorpora el paradigma de Cómputo Sensible al Contexto (Context-Aware Computing) (Dey & Newberger, 2016), el cual se encarga de la obtención de variables del contexto (imagen, ubicación, horario, fecha, perfiles de usuario, por mencionar algunas) a través de monitorizar ubicaciones en tiempo real; de igual forma implementa técnicas de Inteligencia Artificial como: Visión por Computadora para realizar el Procesamiento de Imágenes (recortar, redimensionar, convertir a escala de grises y normalizar las imágenes) con el objetivo de realizar el Reconocimiento Facial dentro de las imágenes capturadas durante la monitorización de ubicaciones, de igual manera incorpora un sistema de Razonamiento Basado en Casos que le ayuda a determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento de riesgo según las experiencias pasadas almacenadas en la base de datos de casos (Goel & Diaz, 2017), además cuenta con un Sistema de Recomendación que sugiere acciones a realizar por el personal encargado como: encender alarmas, bloquear accesos y salidas a zonas, llamar a la policía o personal de seguridad, entre otros. Por ejemplo, si la persona adscrita a la empresa se encuentra en una zona de la institución en un horario diferente a su jornada laboral se emitirán alertas de un posible evento de riesgo para la institución u organización (Shah & Sahu, 2014). La capacidad de procesamiento que ofrece la plataforma Vigía-Net es relativamente estable bajo la demanda una de tráfico considerable; sin embargo, para garantizar un óptimo funcionamiento la plataforma hace uso de la tecnología del Cómputo en la Nube (Cloud Computing) para mejorar los recursos y procesos de la plataforma mediante la escalabilidad, así como, permitir el acceso desde cualquier dispositivo en cualquier parte del mundo.

Cabe resaltar que uno de los procesos que se realizan con mayor frecuencia es el Reconocimiento Facial el cual se realiza dentro del Módulo de Visión por Computadora (VC) a través de una serie de procesos entre los que se pueden mencionar los siguientes:

1. Recepción de la información del contexto, de la cual extraerá la imagen capturada en la escena monitoreada por el Módulo de Adquirió y Captura de Variables (ACV).
2. Procesamiento de imágenes (Reconocimiento Facial).
3. Validación de perfiles.
4. Envió de la información del contexto procesada para su utilización dentro del Módulo de Razonamiento Basado en Casos (CBR).

El Reconocimiento Facial es el proceso con mayor carga de trabajo dentro del Módulo VC debido a que éste hace uso de métodos biométricos para la extracción de características faciales y reconocimiento de patrones, dicho métodos suelen consumir recursos de manera considerada al trabajar con datos de alta dimensión, por tal motivo se debe realizar el procesamiento de las imágenes el cual consiste en:

- a) **Detección Facial:** este proceso se realiza dentro de la imagen capturada usando el clasificador Haar Cascade el cual se encarga de asignar objetos de un tamaño y forma determinada dentro de la imagen en la que se aplica el clasificador, una vez que se asignen todos los objetos dentro de la imagen se calcula la suma total de los pixeles generados por las características y determinar la similitud de las características con las diferencias de rasgos de las imágenes positivas y negativas proporcionadas por el Haar Cascade.
 - Las imágenes positivas son aquellas donde se tienen registradas características faciales.
 - Las imágenes negativas es un caso contrario puesto que éstas carecen de características faciales.
- b) **Redimensionar:** se realiza este proceso para reducir la dimensión de las imágenes, ya que al tener imágenes con tamaños variados puede causar dificultades a la hora de realizar el Reconocimiento Facial, esto es muy recomendable debido a que si tenemos una imagen con

una dimensión de 800 x 600 pixeles la suma total de objetos se eleva considerablemente (480,000 pixeles) lo cual dificultaría la comparación de las características faciales generadas por los objetos generados por el Haar Cascade la cual contiene al menos unas 160,000 características en sus imágenes positivas. Por tal motivo, se sugiere que el redimensionado de las imágenes cumplan con una medida aproximada de entre 200 x 200 pixeles o hasta de 50 x 50 pixeles para no generar un volcado de memoria durante el procesamiento de las imágenes.

- c) **Convertir imágenes a escala de grises:** el procesamiento de convertir a escala de grises se recomienda debido a que el rango de colores se reduce a una sola tonalidad de que va del blanco al negro en una escala de intensidad del color de 0 a 255, mientras que si se mantuviera la imagen en la modalidad de color se tienen que tomar en cuenta tres capas de color (Rojo, Verde y Azul) y cada uno con una escala de intensidad de color de 0 a 255, lo que triplicaría el peso en la suma total de los pixeles y el procesamiento de las mismas provocaría una aumento en el consumo de los recursos y en el tiempo de procesamiento.
- d) **Normalizar las imágenes:** consiste en incrementar el umbral de las imágenes para hacer resaltar las zonas que tienen rasgos faciales para aplicar una mejor clasificación de los objetos y desechar las zonas que solo generen imágenes negativas, con la finalidad de realizar los procesos en un menor tiempo y con el mínimo de recursos consumidos.

Una vez realizado el procesamiento de las imágenes estas son almacenadas de manera temporal en memoria cache o de manera permanente (base de datos) para tener una colección de imágenes y el proceso de reconocimiento facial se realice en menos tiempo, para que se pueda llevar a cabo el Reconocimiento Facial el Módulo VC recupera imágenes de los perfiles dados de alta en la base de datos de perfiles y de igual manera les realiza un procesamiento a las imágenes, para posteriormente compararlas con las imágenes que se encuentran almacenadas en la memoria cache y determinar si existe una coincidencia de rasgos faciales con algún empleado adscrito en la empresa y posteriormente validar que existe o no registro de la persona que fue capturada en escena durante la monitorización realizada por el Módulo ACV.

Con base a lo antes mencionado y tras la comprobación del aumento en el consumo de los recursos generados por la carga de trabajo del procesamiento de imágenes la Plataforma Vigía-Net incorporó el uso del Cómputo en la Nube a través del consumo de servicios proporcionados por la Plataforma como Servicio (PaaS, *Platform as a Service*) que brinda una gran cantidad de herramientas, recursos e infraestructura que ayudan a mejorar el desempeño de Vigía-Net.

El Cómputo en la nube es una tendencia que ha tomado mayor auge gracias a los avances tecnológicos y al incremento del uso del internet en los últimos años, según (Ávila, 2011), la computación en la nube o *Cloud Computing* ofrece recursos informáticos que son consumidos como servicios a través de Internet sin que los usuarios tengan conocimiento de la infraestructura que hay detrás.

Por tal razón, el cómputo en la nube resulta ser una alternativa conveniente y rentable tanto para usuarios que consumen este servicio como para los proveedores, debido a que brinda algunas ventajas que son notables como lo son el ahorro en la adquisición de licencias, además de brindar una mejor administración de servicios y equipos. Esto se debe a la arquitectura conformada por capas con la cual trabaja que corresponden al software, plataforma e infraestructura.

Vigía-Net hace uso de esta tecnología de Cómputo en la Nube al consumir servicios a través de la Plataforma como Servicio (PaaS) debido a que el número de usuarios se puede incrementar de manera significativa por lo cual es de gran utilidad recurrir a esta modalidad de desarrollo que le garantiza

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

tener una mejor administración sobre los recursos que consume, esto es posibles gracias a que el servicio PaaS se proporciona un balanceador de carga para determinar el flujo de información que requiere acceder al Módulo VC y ajustar los recursos o la infraestructura en medida de la carga de trabajo, además de proveer servicios de seguridad que refuerzan la confiabilidad y desempeño de la plataforma. En la **Figura 2** se pueden observar los módulos que forman parte de la plataforma Vigía-Net y las etapas en las que se han desarrollado o desarrollarán, de igual forma se puede observar el flujo de la información a través de los procesos.

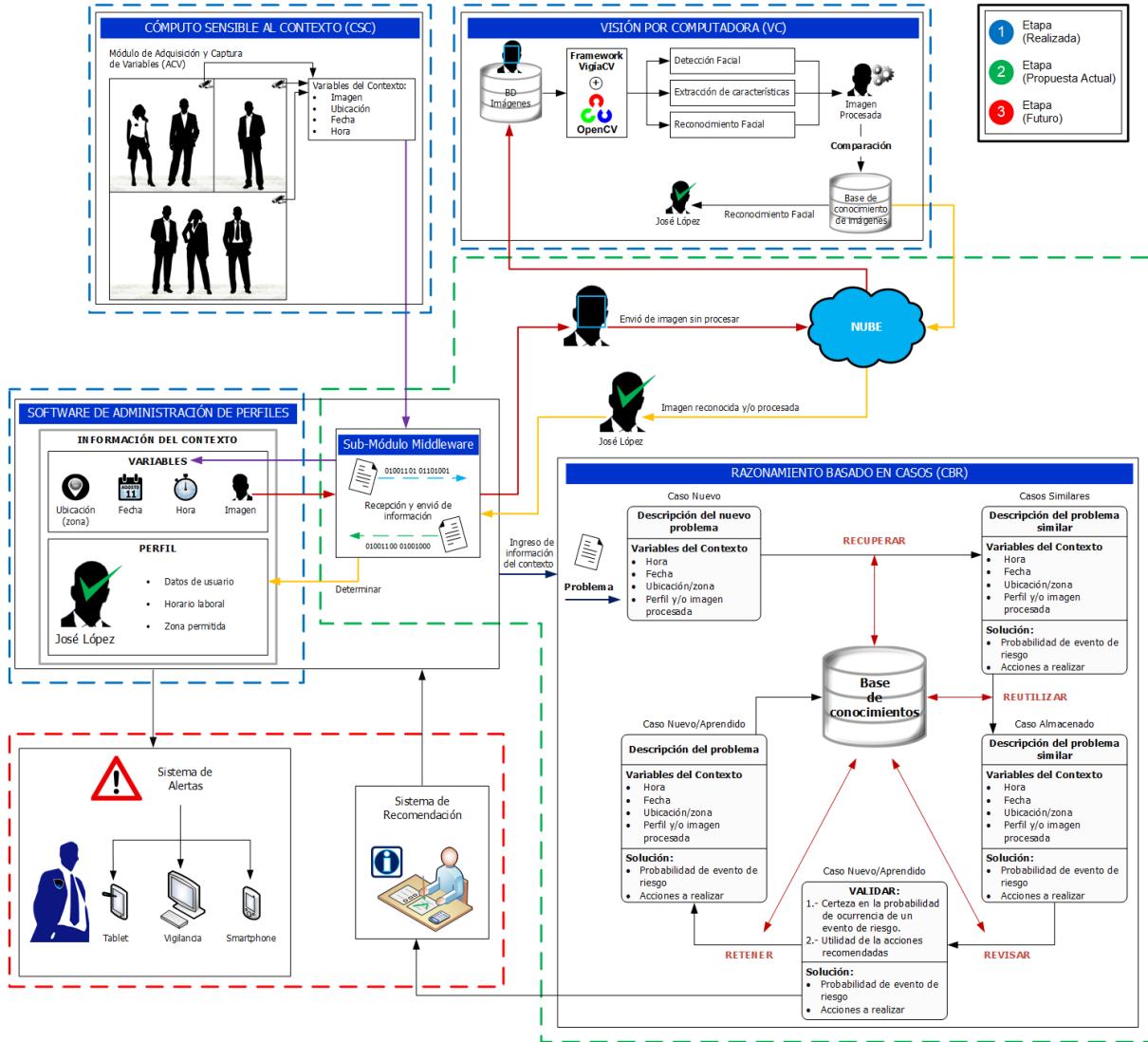


Figura 2. Diagrama general Vigía-Net

CONCLUSIONES

A través de la Plataforma Vigía-Net se espera reducir y/o prevenir eventos que pongan en riesgo los recursos humanos, financieros o materiales de las empresas al proveer productos y servicios especializados que apoyen los procesos de vigilancia; obtener parámetros de referencia para evaluar, analizar y sugerir mejoras en los mecanismos de seguridad de cualquier tipo e incrementar el acervo tecnológico y científico de las mismas; permitir que el acceso a los recursos de la plataforma se pueda

realizar desde cualquier dispositivo o ubicación dentro del territorio mexicano o del extranjero gracias a la portabilidad que brinda el Cómputo en la Nube mediante el alojamiento del Módulo de Visión por Computadora en una plataforma como servicio (PaaS); así como también mejorar el tiempo de procesamiento ante el incremento en la demanda de peticiones para realizar el proceso de Reconocimiento Facial al incrementar los recursos del módulo en base a la carga de trabajo.

Por otra parte, Vigía-Net promueve el fortalecimiento de las capacidades del recurso humano al incursionar en la programación de aplicaciones basadas en Técnicas de Inteligencia Artificial como la Visión por Computadora para desarrollar componentes de software funcionales.

REFERENCIAS

- Shah, J., y Sahu, L. (2014). *A Survey of Various Hybrid based Recommendation Method*. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*.
- Goel, A., y Diaz, B. (2017). *What's Hot in Case-Based Reasoning*. Proceedings of the Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence.
- Januzaj, Y., Luma, A. y Ramaj, V. (2015). *Real Time Access Control Based on Face Recognition*. *International Conference on Network security & Computer Science (ICNSCS-15)*.
- Lu, X. (2015). *Image Analysis for Face Recognition*.
- Schwab, K. (2016). *The Global Competitiveness Report 2015-2016*. Ginebra: World Economic Forum.
- Ávila, Ó. M. (2011). *Computación en la nube*. Recuperado el 15 de agosto de 2017, de <http://www.itzt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n80ne/nube.pdf>
- Dey, A., y Newberger, A. (junio de 2016). *The Context Toolkit*. Recuperado el 16 de agosto de 2017, de <http://contexttoolkit.sourceforge.net/>
- ENVE. (2014). <http://www.beta.inegi.org.mx>. Recuperado el 11 de agosto de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/encestablecimientos/especiales/enve/2014/default.html>
- ENVIPE. (2014). <http://www.beta.inegi.org.mx>. Recuperado el 12 de agosto de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/envipe/2014/default.html>
- INEGI. (s.f.). <http://www.beta.inegi.org.mx>. Recuperado el 5 de agosto de 2017, de <http://www.beta.inegi.org.mx/default.html>

FISIONUI, HERRAMIENTA DE REHABILITACIÓN FISIOTERAPÉUTICA BASADA EN EL RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS Y CÓMPUTO EN LA NUBE

Rodríguez Vásquez, Gabriel¹

Lagunes Domínguez, Patricia²

Antonio Rodríguez, Felicitas³

direccion@astiservices.com¹. ASTI Consultoría de Software.

patylado@hotmail.com². Universidad Veracruzana.

proyectos@astiservices.com³. ASTI Consultoría de Software.

ABSTRACT

Mexican people plays an very important role in the national economy like taxpayer or as dependent on public expenditure. The national survey on disability is continually performed to know the main kinds of disabilitys and the number of persons affected and generate actions to minimize the impact about this problem. Actually in Mexico are developing social programs to get social inclusion of persons with special abilitys and allow this people to get medical support, rehabilitation therapy, special social programs to improve the quality of life. FisioNUI is a tool software that represents an alternative to traditional therapy, using virtual environment offers to pacients a cognitive and physiotherapeutic rehabilitation based on friendly natural interface in a functional and controlled environment.

Keywords: *Disability, Rehabilitation, Social inclusion, Physiotherapy, Cognitive, Virtual reality.*

RESUMEN

La población en México desempeña un papel fundamental para el desarrollo socioeconómico del país, ya sea como contribuyente o dependiente del gasto público, por tal motivo se han realizado una serie de encuestas, entre las que destaca, la encuesta de Nacional de Discapacidad en México con la cual se determinan los tipos de discapacidad y el número de habitantes que las padecen con el fin de saber las necesidades que tiene ese sector de la población y las acciones que se pueden realizar para minimizar el impacto de esta problemática. Hoy en día México viene implementando una serie de programas encaminados a la inclusión social de las personas con discapacidades permitiéndoles llevar a cabo sus actividades de una mejor manera a través de obras públicas, programas sociales, atención médica y terapia de rehabilitación, entre otras que permitan ejercer a los discapacitados su participación plena y efectiva en la sociedad. FisioNUI, se presenta como una herramienta alternativa a los programas de rehabilitación tradicional, proporcionando entornos de rehabilitación fisioterapéutica y cognitiva basada en la interfaz natural de usuario dentro de un entorno virtual, con asistencia personalizada que guía al paciente a realizar de manera controlada el proceso de rehabilitación bajo un ambiente amigable y funcional.

Palabras clave: Discapacidad, Rehabilitación, Inclusión social, Fisioterapia, Cognitiva, Realidad virtual.

INTRODUCCIÓN

Debido a la naturalidad con la que el ser humano realiza diferentes actividades, tales como: caminar, correr, brincar, entre otras, olvida lo vital que resulta el efectuar estos movimientos y pasa desapercibido el desgaste de los músculos y/o articulaciones, aunado a esto existen eventos

(condiciones de nacimiento, edad avanzada, accidentes, por mencionar algunos) que disminuyen la habilidad de realizar dichas actividades reduciendo con ello la calidad de vida de las personas. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, <http://www.beta.inegi.org.mx>) clasifica en cuatro grupos las causas principales de discapacidad: nacimiento, enfermedad, accidente y edad avanzada.

En la **Figura 3** se puede observar que en el año 2014, del total de personas con discapacitadas el 41.3% es a consecuencia de alguna enfermedad, 33.1% están afectados por edad avanzada, 10.7% la adquirieron por herencia, durante el embarazo o al momento de nacer, 8.8% quedaron con lesión a consecuencia de algún accidente, 0.6% a causa de la violencia siendo el detonante de discapacidad menos frecuente y, el 5.5% restante por otras causas como lo pueden ser los factores físicos, sociales y actitudinales en el que las personas viven y desarrollan su vida (INEGI, 2014).

Distribución porcentual de las discapacidades, por causa de la discapacidad

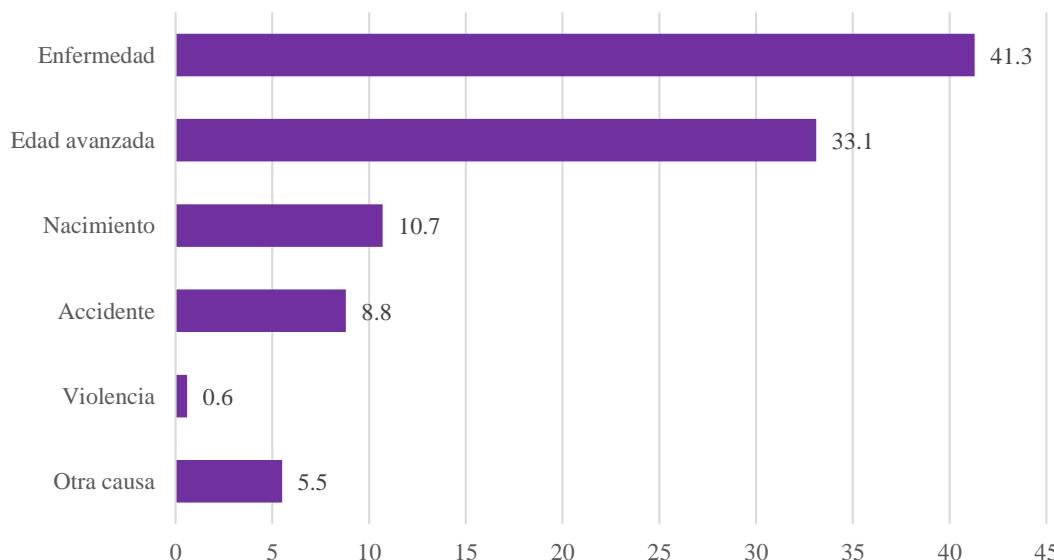


Figura 3. Causas de discapacidad en México

Actualmente, la discapacidad constituye uno de los problemas emergentes de salud pública cuya incidencia incrementa considerablemente y se presenta en todos los niveles sociales afectando la vida y entorno de los que la padecen. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH, 2014), en México 6.6% de la población presenta dificultad (discapacidad) para realizar al menos una de las siguientes actividades: caminar, ver, escuchar, hablar o comunicarse, poner atención o aprender, atender el cuidado personal y mental como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Población con discapacidad, por sexo y grupo de edad según tipo de discapacidad

Sexo y grupo de edad	Caminar	Ver	Escuchar	Atender el cuidado personal	Hablar o comunicarse	Problemas mentales	Poner atención o aprender
Hombr	58.9	54.8	35.4	21.4	19.6	18.2	34.1
Niños	33.6	25.1	14.4	35.3	47.7	27.9	44.2
Jóvenes	32.5	38.0	20.9	16.8	28.9	30.5	31.0
Adultos	53.7	54.7	25.2	14.2	14.5	17.2	26.4
Adultos mayores	75.8	66.5	52.4	24.8	14.3	13.6	38.6
Mujeres	68.6	61.5	31.8	25.7	16.6	20.8	42.8
Niñas	39.5	29.2	12.1	40.1	42.8	24.8	36.5
Jóvenes	31.7	52.1	15.7	15.9	28.0	25.2	32.0
Adultas	58.6	61.4	23.3	14.7	12.4	22.8	37.3
Adultas mayores	85.4	67.8	42.9	32.6	13.7	18.2	49.1
Total	64.1	58.4	33.5	23.7	18.0	19.6	38.8

Por su parte, al examinar los porcentajes por tipo de discapacidad en cada grupo de edad resalta que las dificultades severas o graves para hablar o comunicarse (45.6%) y para aprender, recordar o concentrarse (40.8%) son las más frecuentes entre la población con menos de 15 años de edad, mientras que, entre los jóvenes, los adultos y los adultos mayores sobresalen las dificultades severas o graves para caminar, subir o bajar usando las piernas y para ver. También resulta interesante resaltar que, en los primeros cinco tipos de discapacidad enlistados, los mayores porcentajes se ubican en los adultos mayores.

Por sexo, destaca que, entre las niñas, los porcentajes de las que tienen discapacidad para bañarse, vestirse o comer (40.1%) y para caminar (39.5%) superan al correspondiente de discapacidad para aprender, recordar o concentrarse (36.5%); entre los jóvenes, sobresale el porcentaje de mujeres con discapacidad para ver (52.1%), así como el de hombres con problemas emocionales y mentales (30.5%). Finalmente, entre los adultos y los adultos mayores, las mujeres presentan los mayores porcentajes de personas con discapacidad para caminar (58.6 y 85.4%, respectivamente) y para ver (61.4 y 67.8%, respectivamente) (INEGI, 2014).

Los resultados que señalan las estadísticas muestran que la posibilidad de padecer alguna limitación física o mental se incrementa con la edad. Por un lado, la población masculina de 15 a 29 años con alguna discapacidad representa el 2.2 % de la población, mientras que los de 60 a 84 años, es de 23%. Las mujeres por su parte, presentan un patrón muy parecido, entre las de 60 a 84 años, 25 de cada 100 tiene alguna limitación para llevar acabo las actividades de su vida diaria. Si bien hay diferencias entre el porcentaje de hombres y mujeres con discapacidad, éstas no son sustantivas y se hacen evidentes sobre todo en el grupo de mayor edad, donde las mujeres presentan altos porcentajes con discapacidad, situación que refleja que hay mayor supervivencia femenina.

Con base en lo anterior, se observa que cada año se incrementa el número de personas que presentan alguna enfermedad (Parkinson, Alzhéimer, Ictus Cerebrales, Esclerosis Múltiple, entre otras) o lesión ocasionada por la edad avanzada o accidente. Las personas que padecen este tipo de enfermedades requieren un tratamiento especializado a través de prácticas o ejercicios que les permita recuperarse por completo o mejorar su calidad de vida según (OMS, 2005). Sin embargo, este tipo de rehabilitación debe ser continua y de forma ininterrumpida lo cual requiere el desplazamiento de los

pacientes a centros de rehabilitación para recibir su tratamiento bajo la supervisión de un especialista y/o terapeuta físico. El desplazamiento hacia los centros de rehabilitación suele ocasionar efectos negativos en los pacientes ya que en la mayoría de los casos el centro de rehabilitación se encuentra en una zona de difícil acceso para el paciente lo que causa deserción o suspensión del trabajo de rehabilitación. En algunos casos, la atención no suele ser personalizada como se requiere debido a que el número de pacientes tiende a ser mayor en relación a los especialistas o fisioterapeutas que los asisten o monitorizan. Asimismo, se detecta que en algunos casos la disponibilidad de tiempo y espacio de los centros de rehabilitación asignada no es apta para la correcta monitorización y rehabilitación de los pacientes.

Por tal motivo, el proceso de rehabilitación integral de los pacientes debe de tomar en consideración los siguientes aspectos: 1) la ejecución de ejercicios repetitivos (terapia física) para recuperar la movilidad de alguna extremidad corporal, 2) la estimulación o entrenamiento de funciones cognitivas (procesos mentales que nos permiten realizar cualquier tarea) como orientación, atención, memoria, praxias (secuencia de movimientos aprendidos con una finalidad como caminar, bailar, vestirse, atar zapatos, bañarse, entre otras) y gnosias (capacidad de elaborar, interpretar y asignar un significado a la información captada por los sentidos como reconocer objetos) y 3) la mayoría de los pacientes necesitan aprender de nuevo actividades de su vida diaria (terapia ocupacional) como levantarse de una silla, caminar sin balancearse, alcanzar o esquivar objetos, por mencionar algunos.

La rehabilitación, con un adecuado ejercicio terapéutico, es la mejor forma para desarrollar, mejorar y restablecer el movimiento y la funcionalidad normal. El objetivo es fortalecer grupos de músculos; así como mejorar la capacidad muscular para producir tensión y fuerza. Aquí es donde aparece la dificultad para el paciente, que el ejercicio terapéutico es la parte del tratamiento más tediosa que debe incluso llevarse a casa. Pero si éste se realiza adecuadamente y de manera constante, el proceso de rehabilitación es más rápido como lo plantea (Salud, 1958).

Por lo tanto, es de vital importancia que se generen propuestas de actividades novedosas y motivadoras encaminadas a potenciar el interés de los pacientes por cumplir los ejercicios de rehabilitación según (Salud A. M., 2005) . Los métodos actuales de rehabilitación involucran primeramente que el paciente participe en sesiones de mecanoterapia, la cual consiste en emplear aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud, principalmente para ejercicios de tracción, desplazamiento y rotación. Para solventar las dificultades presentadas en los procesos de rehabilitación física, cognitiva y ocupacional es conveniente implementar una solución tecnológica que facilite a los pacientes (niños, jóvenes, adultos y adultos mayores) la ejecución de ejercicios de forma autónoma en su domicilio o en alguna institución de rehabilitación con una adecuada guía que les indique las prácticas de la terapia que les convenga realizar y monitorice que se ejecuten de manera correcta con el fin de que se reincorporen a su vida cotidiana y alcancen una mejor calidad de vida al desempeñar sus actividades de manera independiente y funcional. Las limitadas opciones y costos elevados en sistemas interactivos susceptibles de ser empleados en tratamientos de rehabilitación, justifican la búsqueda de métodos alternativos e innovadores, que permitan, mediante una menor inversión, conseguir iguales o mejores resultados en el desempeño de los tratamientos de rehabilitación para pacientes con algún tipo de discapacidad motriz.

DESARROLLO

FisioNUI: Plataforma basada en NUI se presenta como una alternativa que genera entornos de rehabilitación fisioterapéutica y cognitiva enfoca a las Instituciones del sector salud con áreas de

rehabilitación; FisioNUI se desarrolló como un herramienta o solución tecnológica integral que asista y monitorice a los pacientes durante la ejecución de las prácticas o sesiones a través de un sensor 3D que monitorice las acciones realizadas en las terapias físicas, ocupacionales y cognitivas que contribuyan a la recuperación de la movilidad corporal y la estimulación-entrenamiento de funciones cognitivas como orientación, concentración, memoria, praxias y gnosias.

Asimismo, se tiene la capacidad de recabar y utilizar la información de las experiencias adquiridas por los pacientes en las prácticas o sesiones de rehabilitación para sugerir o establecer posibles tratamientos futuros con base en los tratamientos satisfactorios previamente aplicados a otros pacientes, obteniendo una adecuada personalización de terapias o ejercicios con base en las características individuales del paciente.

Además, brinda la posibilidad de que los pacientes realicen sus terapias de rehabilitación de manera remota desde cualquier lugar donde cuente con una computadora y/o acceso a internet, sin la necesidad de trasladarse forzosamente a la institución que le brinda la rehabilitación. Esto es con el propósito de facilitar su reinserción en actividades cotidianas a un costo accesible, fácil de utilizar, personalizable y de vanguardia al utilizar un método de rehabilitación versátil e interactivo. Al mismo tiempo, esta herramienta proporcionará información útil al especialista sobre el grado de avance del paciente en el proceso de rehabilitación y potencializará la capacidad de atención a sus pacientes.

El desarrollo de la Plataforma FisioNUI hace uso de las tecnologías de la información y comunicación como el Cómputo en la Nube, además de implementar técnicas de Inteligencia Artificial e Interfaces Naturales de Usuario (NUI) (Pedro, 2014), así como la incorporación de dispositivos electrónicos como sensores 3D, sensores de ritmo cardiaco y Electromiografo, entre otros.

El desarrollo de **FisioNUI-Plataforma basada en NUI para construcción de entornos de rehabilitación fisioterapéutica** consta de 3 etapas a realizar, una por año, la primera y segunda etapa se realizaron de manera exitosa en tiempo y forma, dando como resultado un sistema funcional que proporciona movimientos complementarios de terapia física para apoyar la rehabilitación de patologías asociadas al hombro y codo, validados por parte del grupo de expertos adscritos al Centro de Rehabilitación e Inclusión Social de Veracruz (CRISVER, 2013), las partes del cuerpo a rehabilitar y los tipos de movimientos permitidos se enlistan en la **Tabla 3**. Asimismo, integra movimientos dirigidos a terapia ocupacional que apoyan en la recuperación de movilidad para realizar actividades de la vida diaria.

Tabla 3. Movimientos básicos validados

Parte del Cuerpo	Movimientos
Hombro	Abducción- Aducción
	Abducción horizontal
	Circunducción hacia el frente
	Circunducción hacia atrás
	Flexión
	Extensión – Hiperextensión
	Rotación interna nivel 1
Codo	Rotación interna nivel 2
	Rotación externa nivel 1
	Rotación externa nivel 2
	Flexión – Extensión
	Pronación – Supinación

Durante la realización de la primera y segunda etapa de la Plataforma FisioNUI se desarrollaron:

1. **Framework AspectNUI:** se encarga de encapsular y extender funcionalidades del kit de desarrollo de software (SDK) de un sensor 3D a través del soporte de aspectos y tecnologías basadas en NUI (*Natural User Interface*), XNA y Realidad Aumentada, éstos son para el desarrollo de aplicaciones con soporte de interacción natural (gestos y voz), elementos gráficos, avatar y escenarios. Además, implementa bibliotecas para el seguimiento corporal con el objetivo de medir la efectividad al realizar los movimientos.
2. **Software de Rehabilitación Basado en Interacción Natural de Usuario (ReNUI):** encargado de realizar el seguimiento corporal, reconocimiento y validación de los ejercicios con distintos niveles de rigidez para la ejecución de los movimientos básicos de la práctica o sesión del paciente dependiendo de su condición (flexibilidad), esto se realiza con apoyo de un sensor 3D. Sus características principales son:
 - a. Manipulación a través del reconocimiento de comandos por voz y movimientos corporales (NUI).
 - b. Elementos gráficos en 3D, avatar (identidad virtual) y escenarios con los que interactúa el paciente al momento de realizar su práctica o sesión (Realidad Aumentada y XNA).
 - c. Proporciona una herramienta para medir el grado de efectividad (trazabilidad) con la que el paciente realiza cada movimiento, esto es para obtener parámetros reales de la ejecución de los ejercicios por parte del paciente.
3. **Sistema Administrativo para entornos de rehabilitación fisioterapéutica (FisioAdmin):** encargado de la administración de la información de expertos, programas y sesiones de los pacientes.

Con base a estos logros obtenidos durante las etapas previas (Etapa 1 y 2) se plantean nuevos objetivos de desarrollo para la etapa 3 con la finalidad de ampliar el funcionamiento de la plataforma FisioNUI, entre los objetivos propuestos se determinó la incorporación al Cómputo en la Nube y la implementación de técnicas de Inteligencia Artificial a través de la integración de un sistema de Razonamiento Basado en Casos (CBR, Case Base Reasoning).

La adaptación de **FisioNUI** al modelo de Computación en la Nube ofrece la oportunidad de brindar servicios de rehabilitación de manera remota desde cualquier lugar sin la necesidad de que el paciente se traslade forzosamente a la institución u organización que le brinda la rehabilitación. Por medio de una conexión a Internet el paciente accederá a su información, tratamiento y sesión de terapia (física, ocupacional y/o cognitiva) para su ejecución a través de **ReNUI: Software de Rehabilitación** (desarrollado en etapas anteriores) la información obtenida se almacena localmente en dicho software, y se envía a un servidor, el cual contendrá la información centralizada de los valores que se generen en las sesiones de rehabilitación, el acceso a dicha información será mediante **FisioAdmin: Sistema Administrativo** (desarrollado en etapas anteriores), que le permite al especialista de la institución u organización de rehabilitación llevar el control del progreso de los pacientes; esto permitirá mantener la interacción entre el paciente y el especialista. Para ello, se desarrollará un prototipo de Aplicación Web que permita interactuar a través de Internet entre el paciente y la institución u organización de rehabilitación utilizando un proveedor de servicios PaaS (*Platform as a Service*, Plataforma como Servicio) en la nube, para almacenar, distribuir, intercambiar y controlar los altos volúmenes de información que se generen de los pacientes que se encuentren en diversas zonas geográficas,

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

potencializando la capacidad de atención de las instituciones y/u organizaciones dedicadas a la rehabilitación.

La **Figura 4** presenta los módulos y componentes que integran a la Plataforma FisioNUI. Los componentes y módulos que se desarrollarán en las etapas previas (Etapa 1 y 2) se identifican por la línea punteada color rojo. Los componentes y módulos que se desarrollarán en la etapa 3 del proyecto se identifican por la línea punteada color verde.

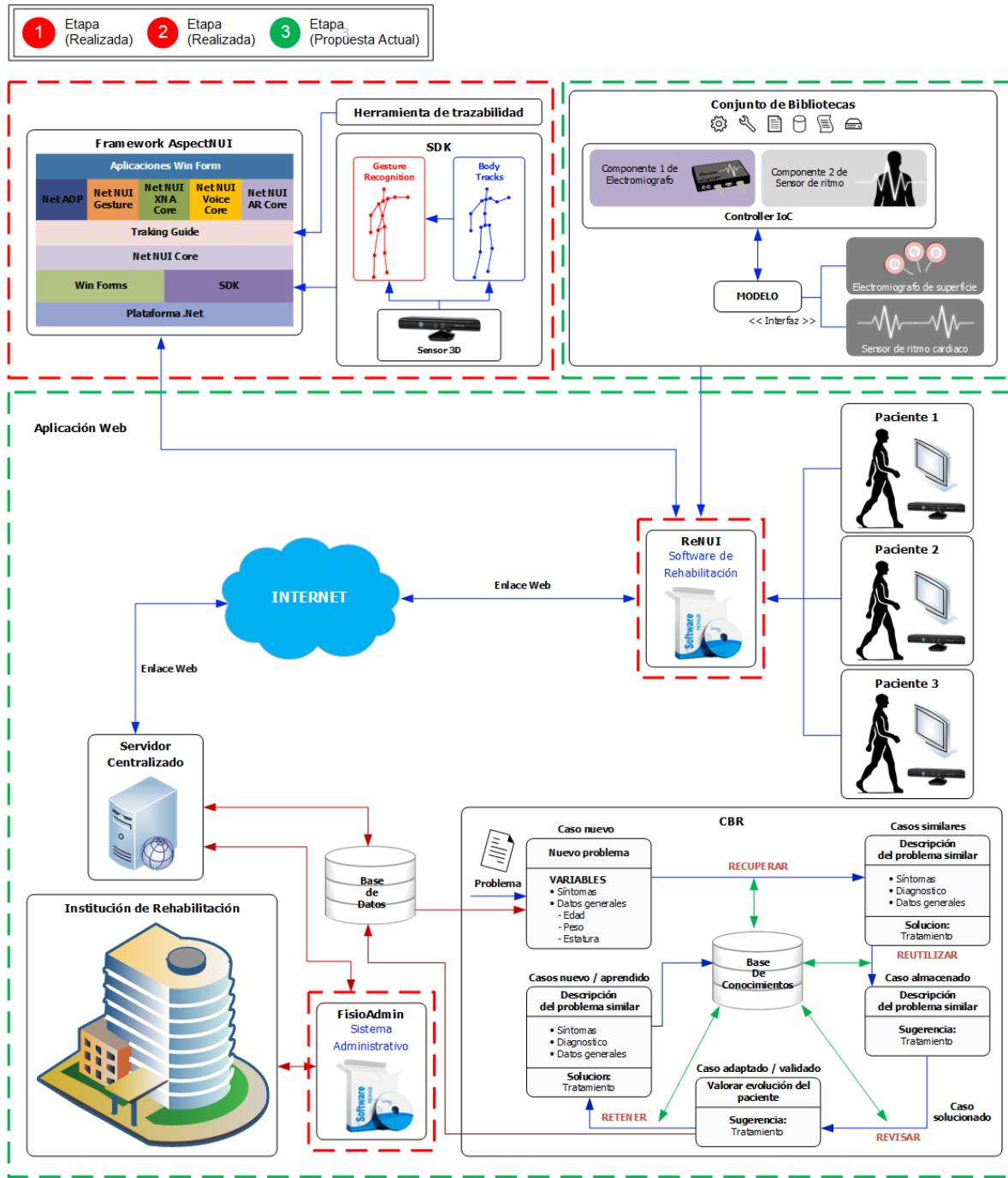


Figura 4. Diagrama general Plataforma FisioNUI

Además de la integración al Cómputo en la Nube en esta etapa (Etapa 3), FisioNUI incorpora técnicas de Inteligencia Artificial como el Razonamiento Basado en Casos con lo cual permite a cada Institución y/u Organización con áreas de rehabilitación capitalizar las experiencias de sus pacientes para beneficio de otros, mediante las sugerencias de tratamientos a los especialistas. Por lo cual, se considera implementar un módulo CBR (Case Based Reasoning) para utilizar la información recopilada en el proceso de rehabilitación de los pacientes, almacenándola como casos (atributos o características que proporcionan una descripción del contexto del problema como síntomas, diagnóstico, datos generales, datos clínicos del paciente y el tratamiento), éstos se tomarán como punto de referencia para solucionar problemas similares que anteriormente se han resuelto con éxito; mediante la reutilización, total o parcial de las experiencias adaptándolas al contexto de la nueva situación que presente un paciente y almacenando la solución como una nueva experiencia de modo que el módulo CBR se retroalimente.

Cuando el paciente necesite un tratamiento se apoyará en el ciclo del CBR como se muestra en la **Figura 5**, éste iniciará ingresando las variables del nuevo problema (caso nuevo) como: edad, peso, estatura, síntomas que presenta el paciente, entre otros.

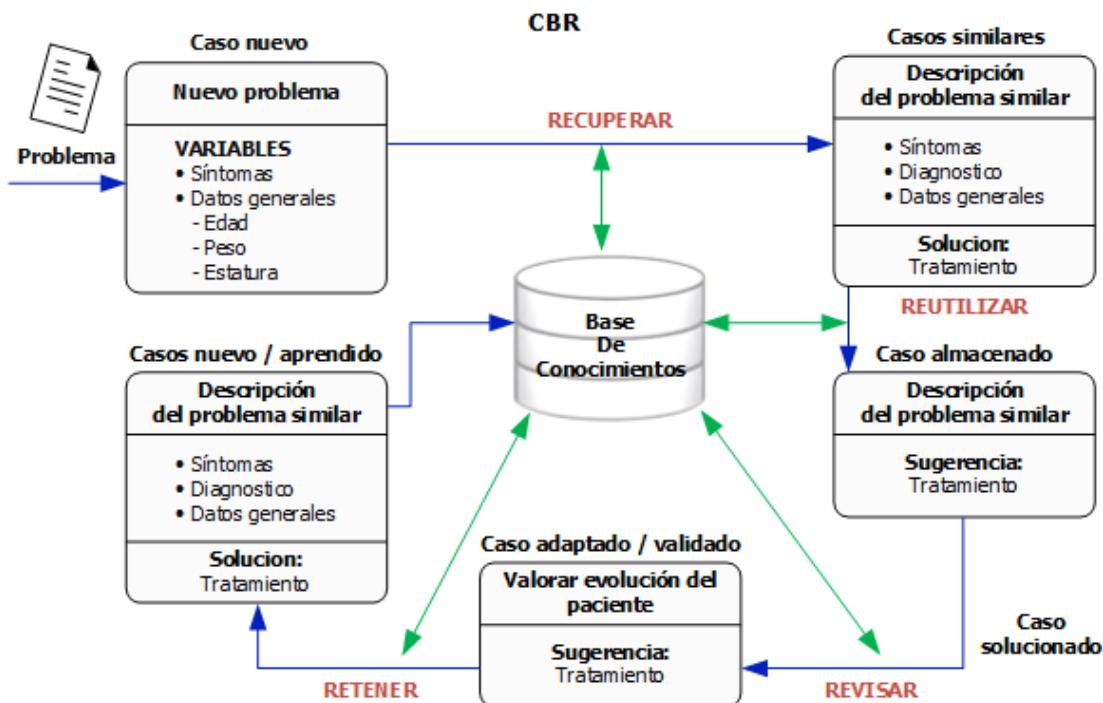


Figura 5. Ciclo del Módulo CBR

Después de ingresar el Caso Nuevo como se muestra en la **Figura 5**, el CBR recuperará los casos almacenados en la base de conocimientos y buscará diagnósticos de casos similares basándose en las variables del nuevo problema (Caso Nuevo), mediante un proceso de extracción de tratamientos sugeridos en el pasado (caso o casos similares al problema) previamente almacenados en la Base de Conocimiento utilizando algoritmos de recuperación (K-vecinos) y medidas de similitud (Distancia

Euclidianas, Distancia de Manhattan, Alineamiento Dinámico Temporal, entre otros), con lo cual se recuperarán posibles tratamientos a sugerir.

El siguiente proceso es del de Reutilizar los casos almacenados, si se encuentra un tratamiento con la descripción similar (Caso Almacenado) a la descripción del nuevo problema (Caso Nuevo) se determina una sugerencia de tratamiento (recomendación), de lo contrario el tratamiento (Solución) debe ser adaptado reutilizando partes del tratamiento similar (Caso Recuperado) aplicando reglas de adaptación o reutilizando formulas (Caso Solucionado).

Posteriormente el ciclo del CBR requiere Revisar los casos almacenados con la finalidad de determinar posibles soluciones, en esta etapa el médico o especialista valora la evolución del paciente para determinar si tratamiento sugerido (Solución) es validado de forma satisfactoria.

Finalmente, el ciclo se encarga de Retener las nuevas soluciones, la descripción del problema (Caso) y tratamiento sugerido (Solución) obtenidos en la reutilización se convierten en un Caso Nuevo/Aprendido y se almacenan para un futuro uso. Durante este proceso de aprendizaje, el sistema selecciona que información del caso se almacenará y cómo clasificar el caso en la memoria (Base de Conocimiento del CBR). La incorporación de un módulo CBR permitirá una mejor personalización de terapias o ejercicios con base en las características individuales del paciente. (Bregon, Simón, Alonso, Pulido, & Moro).

Además de los ejercicios Fisioterapéuticos, la incorporación de ejercicios complementarios de terapia cognitiva y ocupacional para el entrenamiento de funciones cognitivas como orientación, atención, memoria, praxias y gnosias, así como ejercicios que auxilien a los pacientes en sus actividades cotidianas formarán parte de las terapias que proporcionará la Plataforma FisioNUI. (Jorge & Fontán, 2001).

CONCLUSIONES

Los centros de rehabilitación en México suelen ser escasos y poco efectivos ante el aumento en la demanda de pacientes que requieren de un proceso de rehabilitación, aunado a esto la distribución de los mismos suele ser poco accesible para gran parte de los pacientes, además que el personal es escaso y los equipos para la rehabilitación a veces no se encuentran en las mejores condiciones, lo que genera inconformidad y apatía en los pacientes, dado lo anterior y con la finalidad de retribuir a la sociedad y aportar herramientas que logren el objetivo de las metas nacionales como “Méjico Incluyente” y “Méjico Prospero” (Federal, 2013), la plataforma FisioNUI es una alternativa a los procesos de rehabilitación fisioterapéutica y cognitiva que busca incentivar a los pacientes a iniciar o retomar las terapias en un ambiente controlado y amigable, asistido de manera virtual por especialistas que buscan mejorar el estado de ánimo de los pacientes con el objetivo de hacerlos autosuficientes a pesar de las limitaciones que padezca, además de promover la reinserción de los pacientes en la sociedad haciéndolos sentir mejor conforme sus progresos, siendo este punto uno de los más importante para la plataforma FisioNUI, al ofrecer programas personalizados y progresivos que le permitan al paciente retomar el ánimo a medida que avanza en la rehabilitación.

FisioNUI hace uso de técnicas y tecnología para desarrollar un producto capaz de solventar las necesidades de la población que sufre de alguna discapacidad, permitiendo a los familiares, amigos o especialistas en rehabilitación contar con una herramienta fácil de manejar con una amplia gama de ejercicios de rehabilitación personalizadas con base en las necesidades del paciente.

REFERENCIAS

- Bregon, A., Simón, A., Alonso, C., Pulido, B., & Moro, I. (s.f.). *Un sistema de razonamiento basado en casos para la clasificación de fallos en sistemas dinámicos*. Valladolid.
- CRISVER. (2013). *Centro de Rehabilitación e Inclusión Social de Veracruz*. Obtenido de <http://www.difver.gob.mx/rehabilitacion/servicios/>
- ENIGH. (2014). Obtenido de http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf
- Federal, G. (2013). *GOB.MX*. Obtenido de <https://www.gob.mx/presidencia/acciones-y-programas/plan-nacional-de-desarrollo-2013-2018-78557>
- INEGI. (2014). Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825090203>
- INEGI. (s.f.). <http://www.beta.inegi.org.mx>. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/default.html>
- Jorge, L. O., & Fontán, S. L. (2001). La rehabilitación de los trastornos cognitivos.
- OMS. (2005). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de http://www.who.int/disabilities/policies/standard_rules/es/
- Pedro, S. (2014). Interfaces Naturales de Usuario: La Experiencia de la Universidad de Colima. *SG Buzz*. Obtenido de http://www.pedrosantana.mx/papers/santana_sg14.pdf
- Salud, A. M. (2005). *Discapacidad, incluidos la prevención, el tratamiento y la rehabilitación*. Obtenido de http://www.who.int/disabilities/WHA5823_resolution_es.pdf?ua=1
- Salud, O. M. (1958). *Comité de expertos de la OMS en rehabilitación médica: segundo informe*.

DESARROLLO DE UN REPOSITORIO DE COMPONENTES REA (RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS) PARA ANDROID NATIVO

Panzi Utrera Manuel¹

Vázquez Trujillo Cesar Roberto²

Alvarado Lassmann Ana María³

Venegas García José Alberto⁴

mpu36@hotmail.com¹. Instituto Tecnológico de Orizaba

cesarrrvt@hotmail.com². Instituto Tecnológico de Orizaba

lassmann@prodigy.net.mx³. Instituto Tecnológico de Orizaba

jvenegas68@gmail.com^{3,4}, Instituto Tecnológico de Orizaba

ABSTRACT

As a product of research project 03.16.DSC, a REA component repository was developed based on Native Android, which contains a collection that includes the pedagogical proposal for the reinforcement of Differential Calculus course at the engineering level. This series of components is based on mobile technology to be used responsibly on mobile devices. The available elements are exercises evaluators, videos where differential calculus topics and notes are developed. All resources are available free to use, under Creative Commons license, to be used by Android mobile devices. The present work briefly demonstrate their development, the way to use them and the results obtained when the repository was tested with one system engineering groups.

Keywords: REA components, m-learning, m-teaching.

RESUMEN

Como producto del proyecto de investigación 03.16.DSC se desarrolló un repositorio de componentes **Recursos Educativos Abiertos** (REA) basados en Android Nativo, que contienen una colección que recoge la propuesta pedagógica para el reforzamiento de la materia de Cálculo Diferencial a nivel profesional (o superior). Esta serie de componentes están basados en tecnología móvil para ser utilizados de manera responsable en dispositivos móviles. Los elementos disponibles son evaluadores de ejercicios, videos donde se desarrollan temas de cálculo diferencial y notas. Todos los recursos se hayan disponibles para su libre uso, bajo la licencia: *Creative Commons*, para ser utilizados desde dispositivos móviles Android. El presente trabajo nos muestra de manera breve su desarrollo, la forma en que se pueden usar, y los resultados al haber sido utilizados por un grupo de primer semestre de las ingenierías en sistemas.

Palabras clave: Componentes **Recursos Educativos Abiertos** (REA), m-learning, m-teaching.

INTRODUCCIÓN

Los dispositivos móviles tienen cada vez mayor potencia en el manejo de la multimedia, comunicación mediante redes, capacidades de memoria y aumento en las capacidades de proceso. Debido a la ubicuidad y flexibilidad de estos dispositivos ha surgido una nueva modalidad de estudio llamada **m-learning**, que hace referencia al aprendizaje utilizando como **herramientas dispositivas móviles**.

Recordemos que la educación tradicional se hace en aulas donde el profesor presenta el material de aprendizaje a los estudiantes. Esta forma de enseñanza depende principalmente del profesor y los

estudiantes, ellos deben participar físicamente en el proceso de aprendizaje; esto tiene ventajas como un contacto directo entre el profesor y sus estudiantes, permitiendo además una retroalimentación inmediata, pero esta forma de educación tiene muchas desventajas. Por ejemplo, si el estudiante no tiene la capacidad de participar en alguna lección, se perderá ese día de la capacitación.

Estas desventajas han conducido a una búsqueda de métodos educativos nuevos y más eficaces. El rápido crecimiento de las tecnologías de la información, comunicaciones y capacidades de los dispositivos móviles han propuesto que el aprendizaje pase del concepto de e-learnig a m-learnig. Es decir, del simple uso de las TI (Tecnologías de la Información) como CD, DVD y programas multimedia a ubicuidad y evaluación en cualquier lugar y de forma personalizada.

El documento nos muestra los resultados de un proyecto de investigación que propuso el desarrollo de un repositorio de componentes para **Recursos Educativos Abiertos (REA)** y de una herramienta que permitirá que los alumnos de ingeniería ejerciten la materia de cálculo diferencial directamente sobre su dispositivo móvil utilizando un enfoque pedagógico basado en enfoque constructivista (cuyo eje modelo se basa en aprender haciendo), desarrollado bajo la tecnología Android.

METODOLOGÍA

El aprendizaje con dispositivos móviles es un fenómeno relativamente nuevo y las bases teóricas pedagógicas están actualmente en desarrollo, pero la mayoría de los autores coinciden que deben contar con tres principales características centrales: autenticidad, colaboración y personalización, integrados en un espacio de tiempo único. La **autenticidad** se refiere a verificar que realmente el alumno que está frente al dispositivo móvil que dice que es “sea”, la **colaboración** hace referencia a que en lo posible el alumno contribuya con su propio aprendizaje responsabilizándose de su avance y su tiempo, resolviendo problemas que le ayuden a adquirir las competencias que le indican los programas y finalmente la **personalización** debe permitir que las actividades sean lo más individualizadas posible, es decir, los problemas que un participante resuelva serán diferentes a los de sus compañeros para el un mismo tema, de esta forma se puede disminuir copia de los ejercicios. Todo esto referenciado por un espacio de tiempo único que significa que a todo lo largo del curso los diferentes componentes REA deben contener las tres características.

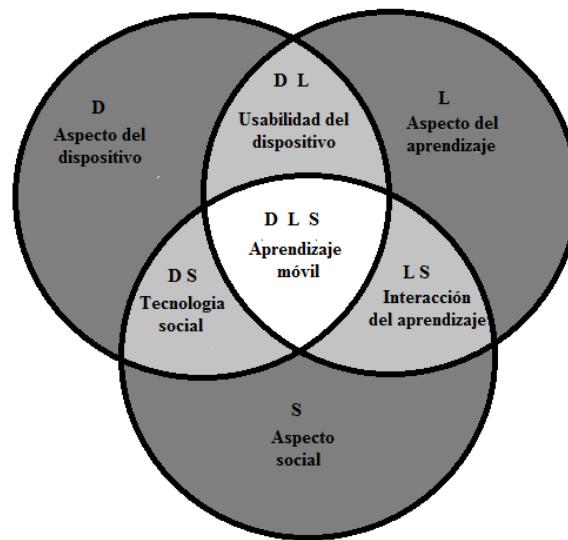


Figura: 1 Modelo FRAME

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Existen varias propuestas pedagógicas para lograr este enfoque, una de ellas presentadas por: el modelo FRAME (*Framework for the Rational Analysis of Mobile Education Koole 2009*), este modelo describe la convergencia entre la tecnología móvil, las capacidades del aprendizaje humano y las interacciones sociales. Este patrón da guías para el desarrollo de materiales de aprendizaje y el diseño de estrategias para las técnicas de la enseñanza móviles. Esto se puede interpretar en el la **figura 1** propuesto por la metodología.

Los tres círculos representan el dispositivo (D), el aprendizaje (L) y los aspectos sociales (S). Las intersecciones donde dos círculos se superponen contienen atributos que pertenecen a ambos aspectos. Los atributos de las intersecciones de usabilidad de dispositivos (DL) y tecnología social (DS) describen las posibilidades de la tecnología móvil (Norman 1999). La intersección denominada aprendizaje de la interacción (LS) contiene teorías instructivas y de aprendizaje con énfasis en el constructivismo social. Los tres aspectos se superponen en la intersección primaria (DLS) en el centro del diagrama de Venn. Hipotéticamente, la intersección primaria, es una convergencia de los tres aspectos y define una situación de aprendizaje móvil ideal. Los profesionales pueden usar el modelo siguiendo una serie de guías que aseguran diseñar experiencias de aprendizaje móviles más efectivas.

Estas guías fueron utilizadas en el desarrollo de todos los componentes que se encuentran depositados en el repositorio, garantizando de alguna manera que el punto tratado (evaluación, exposición de un tema, reafirmación, etc.), sean una experiencia de aprendizaje más efectiva.

Desde el punto de vista de desarrollo de software la metodología que se utilizo es el procedimiento de trabajo propuesto por Maira Cecilia Gasca Mantilla (Gasca 2014), Esta metodología propuesta para el desarrollo de aplicaciones para móviles se fundamenta en la experiencia de investigaciones previas en aplicaciones móviles, la evaluación del potencial de éxito para servicios de tercera generación denominada 6 M, la ingeniería de software educativo con modelado orientado por objetos(ISE-OO), y principalmente en los valores de las metodologías ágiles.

De la ISE-OO se hereda el enfoque de los micro-mundos interactivos y la orientación por objetos; los elementos de los micro-mundos más utilizados en los servicios móviles interactivos son: escenarios, manejo de información del usuario, mecanismos para análisis de desempeño, soporte de las comunicaciones entre otros.

De las metodologías ágiles se heredan los conceptos inmersos en los tres postulados o manifiesto ágil:

- Desarrollar software que funciona más que conseguir buena documentación.
- La respuesta ante el cambio es más importante que el seguimiento de un plan.
- Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas.

De la metodología 6 M se extrae la concepción de que las aplicaciones móviles deben garantizar el cumplimiento de las necesidades de los usuarios.

Esta metodología propone el desarrollo de software siguiendo el principio de una documentación mínima esforzándose en generar apps funcionales y sin error en un tiempo mínimo. Esta puede ser revisada en el siguiente diagrama:

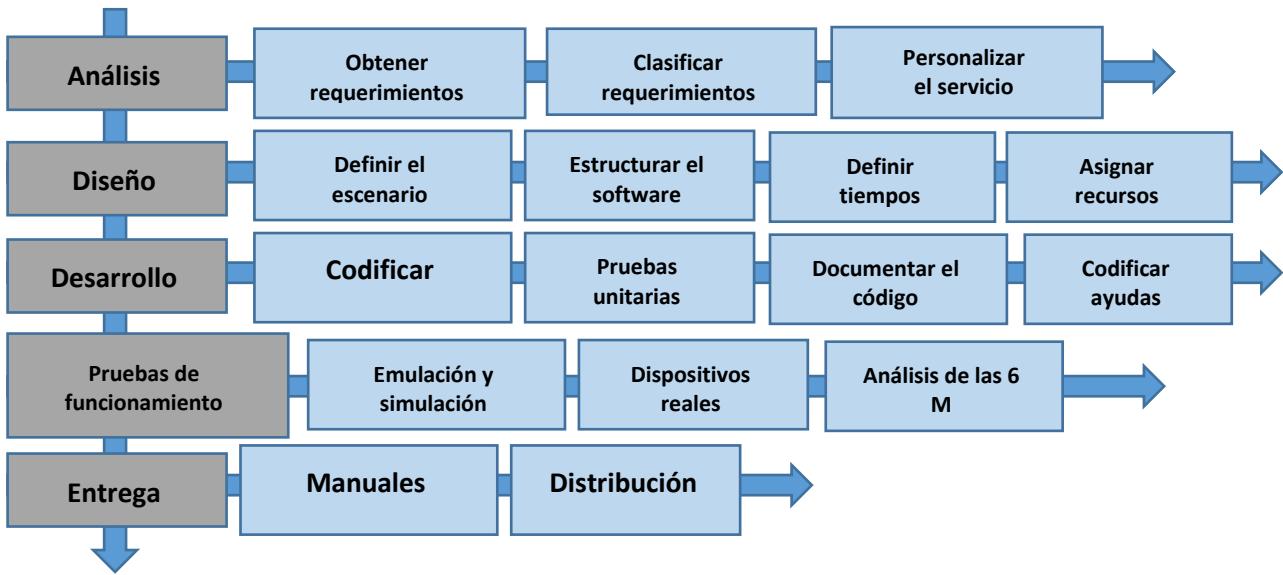


Figura: 2. Desarrollo de Apps funcionales

Finalmente, los REA, son los componentes que están depositados en el repositorio, son un estándar pensado en distribuir el conocimiento y facilitar el libre acceso a la información de los mismos. El término REA es acuñado por la UNESCO en el 2002 que se define por sus siglas como “Recursos Educativos Abiertos” con el objetivo de ofrecer de forma abierta de recursos educativos provistos por medio de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), para su consulta, uso y adaptación con fines no comerciales. Lo importante de ello es que son de dominio público o que han sido liberados bajo un esquema de licenciamiento que protege la propiedad intelectual y permite su uso de forma pública y gratuita o permite la generación de obras derivadas por otros. Los REA se identifican como: “cursos completos, materiales de cursos, módulos, libros, video, exámenes, software y cualquier otra herramienta, materiales o técnicas empleadas para dar soporte al acceso de conocimiento”. En el proyecto de investigación en que se diseñó el repositorio, son Apps desarrolladas en Android Nativo ordenadas de forma tal que todas ellas en conjunto permitan a un alumno reafirmar los conocimientos de “Cálculo Diferencial”.

Los REA no tienen un lenguaje o metodología de desarrollo, solo deben poder ser solicitados por cualquier aplicación que los utilice y deben contener alguna forma que los indiquen: descripción, forma de uso, parámetros que recibe, parámetros que regresa, etc. De este manejo se encarga el repositorio que puede ser mediante archivos XML, base de datos o algún otro método que manifieste sus parámetros.

Los componentes REA sólo deben cumplir los siguientes requisitos:

- La accesibilidad, entendida como la disponibilidad del recurso a ser localizado y utilizado en cualquier lugar o momento.
- La reusabilidad, propiedad a ser modificado y utilizado en diferentes contextos de aprendizaje;
- La interoperabilidad, o facilidad de ser adaptado e interconectado entre diferentes hardware o dispositivos.
- La sostenibilidad, funcionamiento correcto a pesar de los cambios de versiones.

- Descripción mediante metadatos que posibilitan su indexación, almacenamiento, búsqueda y recuperación.

RESULTADOS

En el repositorio de componentes en su momento de construcción se tomaron las siguientes consideraciones:

- La granularidad: se refiere al tamaño del componente que contendrá (también llamado especificidad o detalle). Si se decide por contener cursos completos por cada componente REA tendremos un repositorio de componentes con baja granularidad, si un tema constituye un componente REA, se dice que tenemos una granularidad media y contener temas y subtemas por cada componente REA o elementos aún más pequeños (varios componentes REA componen un solo tema), se clasifica un repositorio con alta granularidad. Este repositorio fue construido con un alto grado de granularidad, al contener varios componentes REA para describir un solo tema.
- Contenido depositado. Existen contenedores que únicamente se utilizan como buscadores de REA's. En este caso se desarrolló un contenedor exclusivo temático (todos sus contenidos pueden ser utilizados por Apps Android pensados en la ejercitación de Cálculo Diferencial).

Estos dos puntos (granularidad y contenido), se agrupan en los siguientes elementos:

- Elementos técnicos: Interfaz, Metadatos, Estructura de búsqueda
- Elementos pedagógicos: Objetivos, Nivel de formación

Siguiendo estos elementos la siguiente fase en el desarrollo es la construcción del repositorio.

El repositorio está construido sobre: Debian, el administrador del repositorio utiliza como lenguaje Php 5 para manipular los componentes. Los metadatos de los componentes están especificados en XML.

Se construyó un servicio web que atiende las peticiones de las aplicaciones desde los dispositivos móviles. Y un pequeño motor que permite hacer búsquedas dentro de los archivos XML.

Los componentes REA se desarrollaron en Android nativo utilizando la herramienta App-Inventor 2, que facilita el desarrollo de aplicaciones Android sin consideraciones como la versión final de Android donde se van a ejecutar la Apps dándole a los componentes por default la capacidad de “Interoperabilidad”, entre diferentes modelos de celulares, *tablets* o *phablets*, sin importar el tamaño del dispositivo (haciendo las Apps responsivas, “adaptables” a varios tamaños de pantalla), agregando la capacidad de ser ejecutadas en diferentes versiones de Android,

El elemento técnico de Interfaz es el siguiente:

- Para agregar un componente al repositorio se debe ingresar a la siguiente pantalla:

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

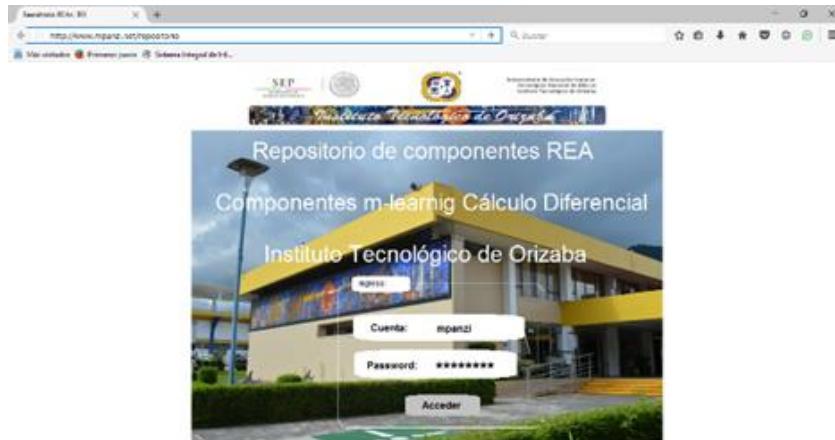


Figura: 3. Agregar componentes

El elemento técnico de los metadatos tiene una apariencia similar a la siguiente:

```
<componente>
  <tecnico>
    <nombbre>u2-aa34-2345</nombbre>
    <nombbre_original>algebraicas2.apk</nombbre_original>
    <fecha>20161003</fecha>
    <version>1.12</version>
    <motor>mm-2341-abe0</motor>
    <version_motor>1.34</version_motor>
    <autor>Manuel Panzi Utrera</autor>
    <constructor>appinventor2</constructor>
    ...
    ...
  </tecnico>

  <pedagogico>
    <programa>ACF-0901</programa>
    <tema>2</tema>
    <subtema>2.4</subtema>
    <objetivo>1</objetivo>
    <intencion>2</intencion>
    <competencias>
      <previas>2,3,5</previas>
      <especificas>1,2,3,9</especificas>
      <genericas>4,6,7</genericas>
    </competencias>
    <actividad>5</actividad>
    <dificultad>3</dificultad>
    ...
    ...
  </pedagogico>
  <parametros>
    <parml>34</parml>
```

Figura: 4. Elemento técnico de los metadatos

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Los elementos pedagógicos también se encuentran incluidos dentro de archivo .xml.

El repositorio contiene 3 opciones, para su administración.

- **Agregar un nuevo componente**, mediante el cual se deposita dentro de la estructura del mismo el componente .apk, varias pantallas de un asistente recuperan la información que es guardada dentro de los archivos .xml para que los servicios web y el motor de archivos “.xml” puedan proporcionar información cuando el componente es buscado por las aplicaciones m-learning o las consultas y actualizaciones del mismo repositorio.
- **Consultar un componente**, en esta opción podemos verificar los datos técnicos, pedagógicos y parámetros que debe recibir para su funcionamiento. El contenedor tiene un pequeño buscador que nos permite localizar un componente por Tema. Subtema o tipo de actividad (Lectura, Ejercitación, Evaluación, etc.).
- **Estadísticas de uso**, en esta opción podemos observar un reporte básico de uso del componente. Podemos observar la información que nos proporciona, esta opción:



Figura: 5. Reporte de uso.

Información como el versionado del componente, veces que ha sido solicitado, historial del tiempo de uso del componente y puede hacerse un comparativo entre varios componentes que muestren continuidad de un determinado tema.

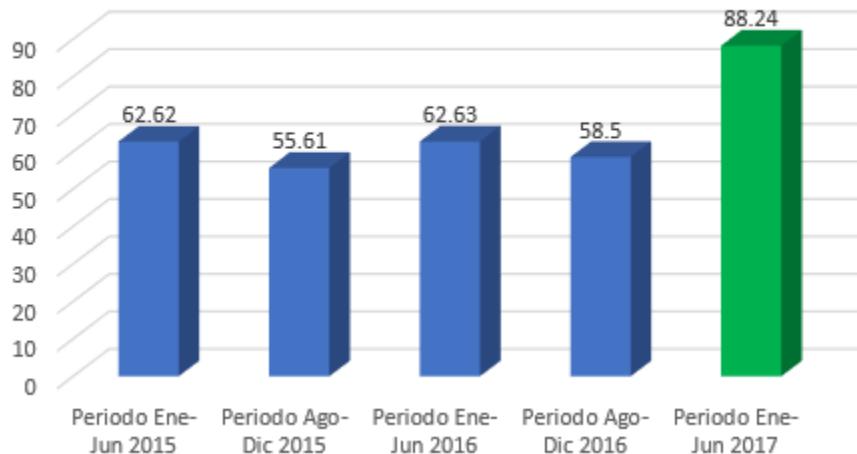
DISCUSIÓN

El curso fue aplicado a un grupo de alumnos de la materia de cálculo diferencial, con 23 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computaciones. Todos ellos siguieron el curso de manera presencial y utilizaron las herramientas del repositorio como una forma de repaso y una ejercitación más constante y personalizada. Las condiciones que se solicitaron a estos alumnos fueron:

- La posesión de un dispositivo Android.
- Dedicarle un mínimo de 5 horas a la semana a las ejercitaciones y documentos del curso.

En tres períodos semestrales anteriores y el período de aplicación del REA, se tienen los siguientes resultados en forma global de los índices de aprobación de las materias de matemáticas:

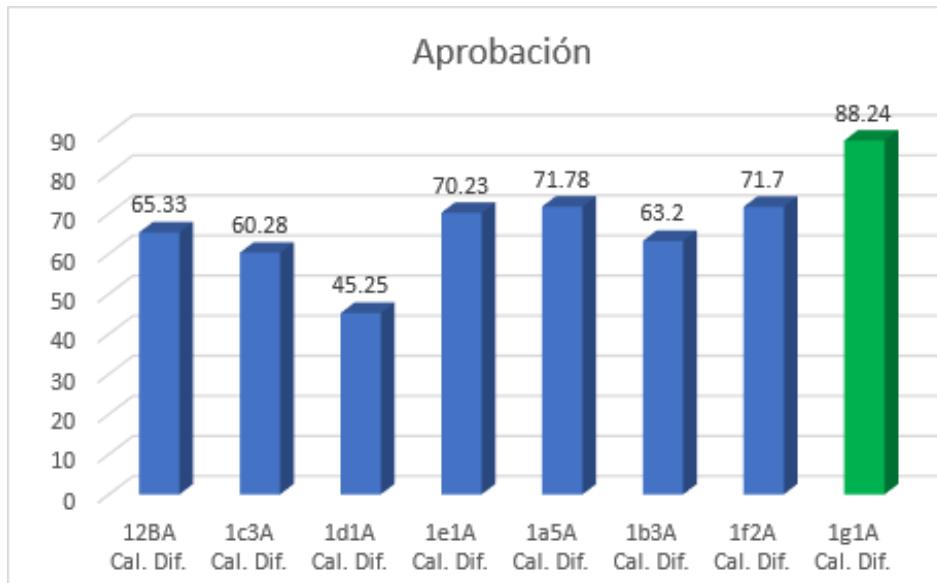
Aprobación



Gráfica: 1. Índice aprobación matemáticas 2015-2017

La barra de color verde indica el periodo donde se aplicó a los alumnos el uso del repositorio.

Comparando los diferentes grupos de las carreras que cursaron la materia de cálculo diferencial en el mismo semestre con los alumnos que utilizaron el repositorio se puede ver la siguiente gráfica comparativa.



Gráfica: 2. Índice aprobación matemáticas semestre Ene-Jun 2017

Las barras en verde indican el porcentaje de aprobación del grupo de ingeniería en sistemas y el grupo de ingeniería en informática.

El repositorio actualmente contiene material para el estudio de toda la materia de cálculo diferencial de primer semestre de la carrera de ingeniería en sistemas e ingeniería en informática.

CONCLUSIONES

El repositorio de componentes REA para Android Nativo fue diseñado, desarrollado y aplicado con éxito, tal como se había planeado.

El presente trabajo demostró que es posible el desarrollo de un repositorio institucional de componentes REA y su uso para el desarrollo de cursos *m-learning*.

Los resultados actualmente obtenidos muestran la factibilidad del uso de las TIC's (Tecnologías de la Información y Comunicación), en el apoyo del aprendizaje de materias que requieren ejercitación en su aprendizaje.

Actualmente se están desarrollando más componentes REA para darle mayor variedad al curso de cálculo diferencial y utilizar en algunos de ellos realidad aumentada, para entender temas más complejos como la aplicación de las derivadas.

Se está en pláticas con profesores de otras áreas para poner a prueba en otras carreras el uso del curso *m-learning* desarrollado.

Una propuesta de un trabajo futuro es el análisis de los porcentajes de aprobación de los alumnos por unidad comparándolos resultados con los obtenidos sin el uso del repositorio.

REFERENCIAS

- Ángel Silicia M., (2007) Más allá de los contenidos: compartiendo el diseño de los recursos educativos abiertos, Revista Universitaria y Sociedad del Conocimiento, vol. 4 n.º 1 (2007) Issn 1698-580x, pp. 27-35
- Camacho M., Lara. T. (2011) M-learning en España, Portugal y América Latina, Universidad de Salamanca, España
- Castaño Garrido C., Cabero Almenara J., (2014), Enseñar y aprender en entornos *m-learning*, Ed. Síntesis, España
- Gasca Mantilla M, Camargo Ariza L. & Medina Delgado B (2014), Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles, Tecnura Vol. 18 No. 40 pp. 20 – 35, Abril - Junio, 2014
- Kearney M, Schuck S, Burden K. & Aubusson P (2012) *Viewing mobile learning from a pedagogical perspective*, Research in Learning Technology Vol. 20, 2012, pp. 1-17
- Koole, M. L. (2009) ‘*A model for framing mobile learning*’, in *Empowering learners and educators with mobile learning*, Ed M. Ally, Athabasca University Press, Athabasca, Canada, pp. 25-47.
- Mohamed A. (2009) Mobile Learning. Transforming the Delivery of Education and Training. Marquis Book Printing Canada

Norman, D. (1999). *Affordance, conventions and design. Interactions*, Athabasca University Canada pp-38-43.

Palazio Arko G., (2014), *Mobile learning*, Ed. Centro de Estudios Financieros, Madrid España.

Ramírez Montoya S, & Vurgos Aguilá J. (2010) Recursos Educativos Abiertos en Ambientes Enriquecidos con Tecnología, Instituto Tecnológico de Monterrey pp 15-27

Santiago R., Trabaldo S., Kamijo M., Fernández A., (2015) *Mobile Learning: Nuevas realidades en el aula*, Ed. Oceano, España,

Santos Hermosa G., Ferran Ferrer N. & Abadal E. (2012) Recursos educativos abiertos, Repositorios y Uso. *El profesional de la información*, 2012, marzo-abril, v. 21, n. 2. ISSN: 1386-6710 España

Tsvetozar G., Evgenia G.& Angel S. (2014) *M-Learning - a New Stage of E-Learning, International Conference on Computer Systems and Technologies - CompSysTech'2014* pp. IV-28-1, IV-28-5

Zamarripa Franco R. (2015) M-learning: El aprendizaje a través de la tecnología móvil, desde la perspectiva de los alumnos de educación superior, Instituto de Estudios Superiores de Tamaulipas–Red de Universidades Anáhuac

Vidal Ledo, M, Alfonso Sánchez, I, Zacca González, Gr, & Martínez Hernández. (2013). Recursos educativos abiertos. *Educación Médica Superior*, 27(3), 307-320. Consultado el 10 de abril de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412013000300016&lng=es&tlang=es, Issn 0864-2141

OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS APLICANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

Martínez Hernández, Laura¹

Martínez Orencio, María Cristina²

Vázquez Trujillo, César Roberto³

lau_mtz@yahoo.com.mx¹. Instituto Tecnológico de Orizaba.

marycrismtz2@gmail.com². Instituto Tecnológico de Orizaba.

cesarrtv@hotmail.com³. Instituto Tecnológico de Orizaba.

ABSTRACT

Six Sigma is a methodology based on the statistic that allows you to build and maintain the performance, the success and the leading position of a company. Six sigma means improving processes by means of resolving problems and it is possible to apply it in any area of the company: both in operational processes and transactional processes.

Six Sigma projects are developed through five stages that form the DMAIC: Define, Mesure, Analyze, Improve and Control, for its acronym in English. This methodology helps to delimit the scope of a project from the definition phase and to know what is to be measured by critics for the quality. In addition to standardize the process, allows you to monitor and control to maintain performance and savings.

Although one might think that is a methodology that only it is possible to apply to large companies, in the micro also there are processes that can be improved and brought good results for the company, such is the case of the article here exposed.

Keywords: *Six Sigma, DMAIC, methodology, variability, DPMO.*

RESUMEN

Seis Sigma es una metodología basada en la estadística que permite construir y mantener el rendimiento, el éxito y la posición líder de una empresa. Seis sigma significa mejorar procesos por medio de resolver problemas y es posible aplicarla en cualquier área de la empresa: tanto en procesos operativos como en procesos transaccionales.

Los proyectos Seis Sigma se desarrollan mediante cinco etapas que forman el DMAIC: Define, Mesure, Analyse, Improve y Control, por sus siglas en inglés. Esta metodología ayuda a delimitar el alcance de un proyecto desde la etapa de definición y saber qué es lo que ha de medirse mediante los críticos para la calidad. Además de estandarizar el proceso, permite monitorearlo y controlarlo para mantener el desempeño y ahorros obtenidos.

Aunque pudiera pensarse que es una metodología que sólo es posible aplicar a empresas de gran tamaño, en las micro también hay procesos que pueden ser mejorados trayendo consigo buenos resultados para la empresa, tal es el caso del artículo aquí expuesto.

Palabras clave: Seis Sigma, DMAIC, metodología, variabilidad, DPMO.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las grandes empresas cuentan con personal que suelen hacer uso de herramientas de ingeniería buscando la optimización de todos sus recursos y procesos; de manera que se mantengan

en mejora continua con la intención de permanecer en el mercado. También quien lucha por posicionarse en el mercado son las microempresas, sin embargo no suelen tener ayuda para solucionar sus problemas de forma ordenada o mediante alguna metodología propiciando que haya desperdicios en sus recursos y principalmente en sus procesos.

Esto provoca que las micro empresas fracasen obligándose a cerrar y por lo tanto afectan a la región ya que son parte importante de la economía, es por eso que se vuelve un punto importante que atender.

Ante esta situación, es necesario que se les muestre a las micro empresas una metodología que permita la optimización de procesos y esto se puede llevar a cabo por medio de la asignatura de *Lean Six Sigma* impartida en la carrera de ingeniería industrial donde se realizan proyectos de optimización de procesos con la intención de fortalecer la formación del estudiante y a su vez mejorar la organización de una empresa, de manera que ambas instituciones obtienen una ganancia.

Por lo tanto, este artículo tiene la finalidad de mostrar los resultados obtenidos al aplicar la metodología *Seis Sigma* en seis micro empresas donde en cada una se establece un indicador que se optimice con la intención de poder crecer y mejorar su rendimiento.

DESARROLLO

El trabajo que se aquí se presenta, muestra una parte delo realizado en las materias de *Seis Sigma* y *Lean Six Sigma*, donde se trabaja un proyecto de aplicación en micro empresas de la región; logrando, por un lado, que el estudiante aplique lo visto en el aula a un caso real; y por el otro, ayudar a las microempresas a optimizar sus procesos.

Sigma es una letra griega que representa una unidad estadística de medida para definir la desviación estándar de una población. Mide la variabilidad o dispersión de los datos. *Seis Sigma* es también una medida de variabilidad. Se ha dado su nombre para indicar qué proporción de productos o servicios cae dentro de los requerimientos de los clientes. Entre mas grande es la sigma del proceso, mayores son las salidas del proceso, los productos y los servicios que cumplen los requerimientos de los clientes.

Seis sigma es un sistema amplio y flexible para alcanzar, sostener y maximizar los éxitos del negocio. Es una metodología dirigida por el *conocimiento de las necesidades de los clientes, el uso disciplinado de datos, información y análisis estadístico*, y una diligente atención para manejar, mejorar y reinventar los procesos del negocio. (Nava Muñoz & Carballo M, 2007)

En la tabla 1 se muestra la métrica de *Seis Sigma*, la cual ayuda a visualizar que el 99% bueno puede ser superado teniendo ahorros considerables en los costos de calidad, un excelente nivel sigma (casi perfecto) y un porcentaje de productos o servicios que cumplen los requisitos del cliente en un 99.9997%.

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Tabla 1. Métrica de Seis Sigma.

Sigma	DPMO	%	Costo de calidad	Clasificación	No. de palabras equivocadas
6	3.4	99.9997%	< 10 % ventas	Clase mundial	1 en una pequeña librería
5	233	99.977 %	10-15 % ventas		1 en varios libros
4	6,210	99.379 %	15-20 % ventas	Promedio	1 en 31 páginas
3	66,807	93.32 %	20-30 % ventas		1.35 por página
2	308,537	69.142 %	30-40 % ventas	No competitivo	23 por página
1	690,000	30.85 %			159 por página

Los niveles sigma tienen estrecha relación con los DPMO (defectos por millón de oportunidades), de tal forma que a mayor nivel sigma, menor variabilidad y por consiguiente menos número de productos o servicios fuera de especificaciones, de tal forma que se tiene un porcentaje de conformes mayor.

En la Figura 1 se muestra la relación que existe entre la variabilidad, los niveles sigma, los PPM y los Cp.

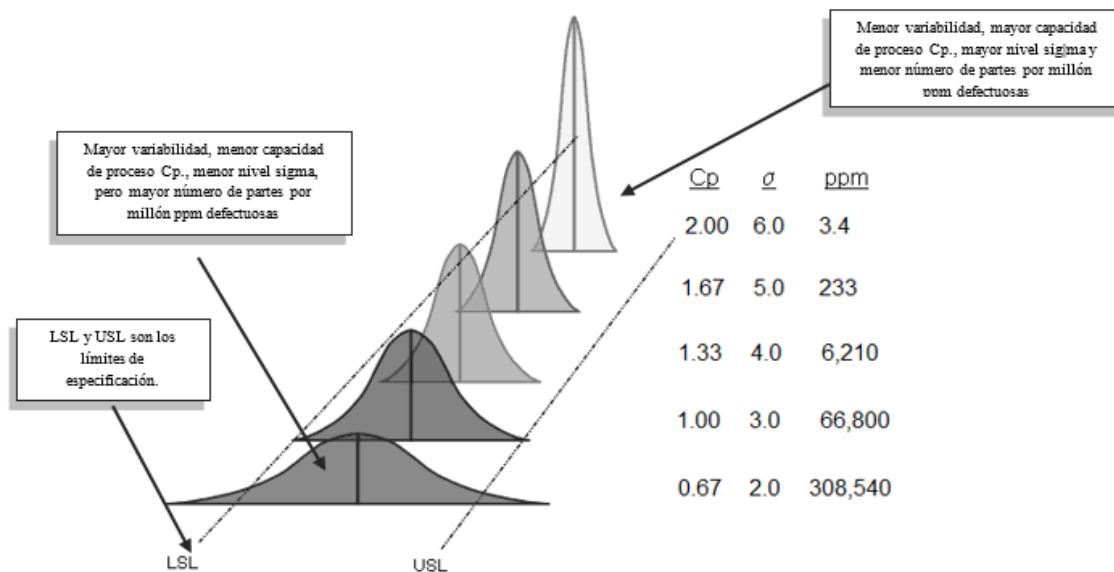


Figura 1. Relación de la variabilidad, los Cp, nivel sigma y partes por millón (ppm).

Los beneficios de Seis Sigma que la hacen una metodología atractiva son: (Pande, Neuman, & Cavanagh, Las claves de seis sigma: la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial, 2002)

- Genera éxito sostenido.
- Define un objetivo de rendimiento para cada persona.
- Aumenta el valor para el cliente.

- Acelera la tasa de mejora.
- Proporciona aprendizaje.
- Lleva a cabo un cambio estratégico.

Los elementos críticos del Seis Sigma se pueden detallar en seis principios, los cuales permiten tener una visión preliminar de la metodología: (Pande, Neuman, & Cavanagh, Las claves de seis sigma: la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial, 2002)

1. Auténtica orientación al cliente.
2. Gestión orientada a datos y hechos.
3. Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos.
4. Gestión proactiva.
5. Colaboración sin fronteras.
6. Búsqueda de la perfección, tolerancia a los errores.

Los proyectos Seis Sigma siguen una secuencia de cinco etapas, las cuales están basadas en el ciclo PHVA, como se muestra en la Figura 2.

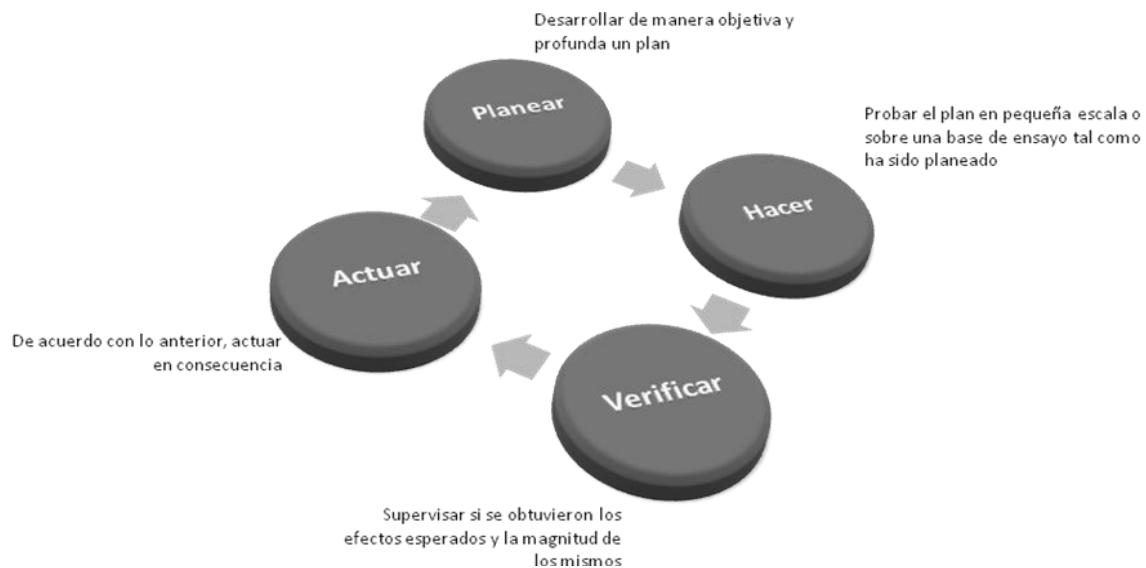


Figura 2. Ciclo PHVA de Shewhart, Deming o ciclo de la calidad.

Las etapas de Seis Sigma forman el **DMAIC**, por sus siglas en inglés:

D	<i>Define</i>	Definir.
M	<i>Measure</i>	Medir.
A	<i>Analyze</i>	Analizar.
I	<i>Improve</i>	Mejorar.
C	<i>Control</i>	Controlar.

Seis Sigma es una metodología cíclica, dado que, dependiendo de los resultados obtenidos en cada etapa, es posible avanzar a la siguiente o regresar una o varias atrás hasta terminarlas adecuadamente.

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

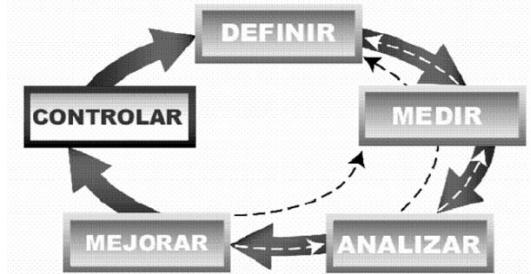


Figura 3. Seis Sigma es una metodología cíclica.

En la Tabla 2 se describen brevemente cada una de las etapas de Seis Sigma, así como las herramientas que se pueden emplear.

Tabla 2. DMAIC.

Etapa	Se obtiene	Qué se hace	Herramientas
D Define	Problema Teórico	Identificar lo que es importante para el cliente. Definir el alcance del proyecto.	Costo por baja calidad (COPQ), Diagramas de Pareto, Métrica de desempeño producto/proceso, Diagrama de flujo del proceso (alto nivel), VOC, Matriz de CT's, QFD.
M Mesure	Problema Práctico	Determinar lo que se debe medir (Y). Validar el sistema de medición. Cuantificar el desempeño actual. Calcular la meta de mejora.	SIPOC, Mapa del proceso, Hojas de verificación, Diagramas de Pareto, Análisis de sistemas de medición (MSA), Análisis de capacidad del proceso.
A Analyse	Problema Estadístico	Identificar las causas (X) de variación y defectos. Proporcionar pruebas estadísticas de que las causas son reales. Comprometerse con la meta de mejora de Y.	Diagrama de causa y efecto, Matriz de causa y efecto, AMEF, Gráficas de multivarianzas, Correlación y regresión, Prueba de hipótesis, DOE.
I Improve	Solución Estadística	Determinar soluciones (formas de contrarrestar las causas) incluyendo niveles operativos y tolerancias. Establecer soluciones y proporcionar pruebas estadísticas de que las soluciones funcionan.	DOE, Prueba de error, Tolerancia estadística, AMEF, Prueba de hipótesis, Simulación.
C Control	Solución Práctica	Establecer controles para mantener la mejora a través del tiempo. Documentar el proyecto. Proporcionar pruebas estadísticas de que la mejora es continua. Cerrar el proyecto.	Planes de control, Cuadros de control, Administración visual, Procedimientos e instrucciones de trabajo, Capacidad de proceso, TPM.

Esta metodología se aplicó a diversas micro empresas de la región obteniendo buenos resultados para ellas, así como un aprendizaje significativo para los estudiantes, ya que se realiza como parte de la materia de Lean Six Sigma.

Al aplicar el DMAIC a micro empresas de la región, se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3 Resultados obtenidos en los proyectos realizados en la materia de Tópicos de Calidad y Manufactura en diversas micro empresas de la región.

Giro de la micro empresa	Proyecto 6s	Desempeño inicial	Desempeño final
Autolavado	Reducción del tiempo de lavado de autos	<i>Chico:</i> 19.9 min <i>Mediano:</i> 18.9 min <i>Grande:</i> 18.8 min	<i>Chico:</i> 11.8 min <i>Mediano:</i> 14.3 min <i>Grande:</i> 13.7 min
Rosticería	Incremento de ventas en un 20%	197 pollos vendidos por semana	238 pollos vendidos por semana
Cafetería	Reducción del tiempo de entrega de pedidos a domicilio	25 – 37 minutos	24 Minutos
Pollería	Reducción de la cantidad de kilos de pollo rezagado	30 kilos por semana	9.5 kilos por semana
Pinturas	Incrementar en un 15% el número de personas que conocen la tienda	38 personas de 100 la conocen	55 personas de 100 la conocen
Constructora	Reducción del tiempo de elaboración y autorización de nómina	289 minutos, 4.9 horas	125 minutos, 2.1 horas

CONCLUSIONES

Seguir una metodología para solucionar problemas permite abordarlo de manera más completa, clara, objetiva y orientando los esfuerzos y recursos en la búsqueda de la causa raíz, de tal forma que al encontrarla sea posible eliminarla o por lo menos disminuir su efecto. Además, permite a las empresas no sólo solucionar problemas sino también aprovechar áreas de oportunidad; mediante el trabajo en equipo y una orientación al cliente.

La estrategia de Seis Sigma consta de cinco etapas que reciben el nombre de DMAIC. En cada etapa existen herramientas a emplear y que deben ser seleccionadas de acuerdo al tipo de problema que se está abordando. El objetivo de los proyectos Seis Sigma, es encontrar las fuentes de variabilidad en los procesos y reducirla, así el número de productos o servicios que cumplen con los requisitos del cliente será mayor.

La aplicación de Seis Sigma a micro empresas se ha llevado a cabo obteniendo buenos resultados inmediatos para las empresas que fueron estudiadas. Lo anterior, muestra que la metodología Seis Sigma no sólo es aplicable a macro empresas, sino que cualquier empresa que tenga procesos puede aplicar el DMAIC, por lo que se seguirá trabajando en ese tenor; continuando con el impulso a los futuros ingenieros industriales al permitirles trabajar con problemas reales y aplicar sus conocimientos teóricos, obteniendo experiencia profesional; así mismo, se continuará trabajando con las microempresas a fin de colaborar significativamente en el mejoramiento de sus procesos teniendo un impacto positivo en su negocio.

REFERENCIAS

- Gutierrez Garza, G. (2004). *Aterrizando seis sigma: del concepto a la practica*. Ediciones Regiomontanas.
- Gutierrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). *Control Estadistico de la Calidad y Seis Sigma*. México: McGraw-Hill Educacion.
- Nava Muñoz, S., & Carballo M, C. (2007). *Aplicación de Seis Sigma en Servicios*. CIMAT, III Simposio Metodología Seis Sigma.
- Pande, P. S., & Holpp, L. (2002). *¿Qué es seis sigma?*. McGRAW-HILL.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2002). *Las claves de seis sigma: la implantacion con exito de una cultur a que revoluciona el mundo empresarial*. McGraw-hill.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2004). *Las claves practicas de seis sigma: una guia dirigida a los equip os de mejora de procesos (en papel)* . McGraw-hill.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AL SECTOR SALUD: SISTEMA ACT-PSIQ

Alvarado Lassmann, Ana María¹

Vázquez Trujillo, César Roberto²

Panzi Utrera, Manuel³

lassmannn@prodigy.net.mx. Instituto Tecnológico de Orizaba, TecNM¹

cesarrvt@prodigy.net.mx. Instituto Tecnológico de Orizaba, TecNM²

mpu36@hotmail.com. Instituto Tecnológico de Orizaba, TecNM³

Área de participación: Sistemas Computacionales

ABSTRACT

The health sector is a priority area for the Mexican population in general. While there are many advances in equipment, technology and procedures in this sector, there are also many needs to be covered. Such is the case of the Veracruz Psychiatric Hospital, which has limited resources. With a research project financed by the TecNM, the Act-Psiq system was developed for the administration of personnel and outpatient basis which hosts in a permanently basis, mentally ill patients and also provides external consultation. All procedures in the hospital were carried out manually, which is why this system was developed, contributing to speedup the process of human resource management and the outpatient basis, aiming to serve a greater number of patients in an orderly and timely manner and carrying out a technology transfer to the public health sector as a product of the research.

Key words: *Act-Psiq system, Technology transfer, Health sector.*

RESUMEN

El sector salud es un área prioritaria para la población mexicana en general. Si bien existen muchos avances en equipo, tecnología y procedimientos en este sector, también existen muchas necesidades por cubrir. Tal es el caso del Hospital Psiquiátrico del estado de Veracruz, que alberga enfermos mentales permanentemente internos y ofrece consulta externa, cuenta con recursos limitados, por lo que realiza todos sus procedimientos en forma manual. Con un proyecto de investigación financiado por el TecNM, se desarrolló el sistema Act-Psiq para la administración de personal y consultas externas de éste hospital, contribuyendo a agilizar la administración de los recursos humanos y el manejo de las consultas, pretendiendo contribuir a dar servicio a un mayor número de pacientes en forma ordenada y oportuna y llevando a cabo así una transferencia de tecnología producto de la investigación, al sector de salud pública mexicano.

Palabras clave: Sistema Act-Psiq, transferencia de tecnología, Sector salud.

INTRODUCCIÓN

El Hospital psiquiátrico del estado de Veracruz, es un hospital público dependiente del gobierno. En el hospital se cuenta con 82 internos que son atendidos de tiempo completo por personal capacitado. Además de los pacientes internos permanentemente, el hospital atiende anualmente un promedio de 6 mil pacientes en consulta externa y psiquiatría, 3 mil de psicología y 300 en hospitalización temporal. Los pacientes son atendidos por 149 trabajadores divididos en los tres turnos, entre

psiquiatras, psicólogos, médicos, trabajadoras sociales, terapistas, acompañantes, en lavandería y servicios generales.

En consulta externa los padecimientos más comunes son: los trastornos depresivos, trastornos de ansiedad, esquizofrenia, daño orgánico cerebral, por problemas familiares, de adolescencia y escolares.

Los pacientes hospitalizados están divididos en crónicos y agudos. En el primer caso los padecimientos más comunes son: el retraso mental moderado y profundo, con daño cerebral, con secuelas de alcoholismo, drogadicción, los esquizofrénicos y bipolares; en los agudos se encuentran los dañados por trastornos de daño cerebral, bipolar, esquizofrenia, abuso de sustancias tóxicas e intento suicida. Entre los pacientes crónicos hay 58 hospitalizados y fueron abandonados por sus familias, por consiguiente, el hospital cubre todos sus gastos.

Los pacientes atendidos en el hospital oscilan entre los 19 y 78 años de edad. En el área de hospitalización todos son adultos, pero en consulta externa sí hay menores de edad, y en éstos los problemas que se presentan son por trastornos familiares, fracaso escolar, Bullying y los propios de la adolescencia (orizabaenred, 2013).

El hospital cuenta con un presupuesto por parte del gobierno, el cual apenas cubre las necesidades básicas de los internos. Todos los procedimientos administrativos en el hospital eran llevados a cabo en forma manual, es por ello que se desarrolló el sistema Act-Psiq para la administración de personal y consultas externas de éste hospital, y se llevó a cabo la transferencia tecnológica del mismo al hospital, para contribuir a agilizar la administración de los recursos humanos y el manejo de las externas (med, 2013).

METODOLOGÍA

Transferencia tecnológica.

Llevar a cabo una vinculación entre los creadores del conocimiento y del desarrollo científico y tecnológico con los receptores es un factor indispensable para promover la competitividad. Es por esto que los procesos de transferencia de tecnología se han consolidado como una metodología y son prioritarios para que las naciones transiten y se consoliden en economías basadas en el conocimiento (Buenrostro, 2016). La vinculación entre universidades y centros de investigación con los sectores productivos es uno de los factores para impulsar la competitividad del país a nivel internacional a través de incrementar el valor agregado de los productos.

Una transferencia tecnológica no solo consiste en entregar los productos generados por las universidades y centros de investigación a las empresas, sino que implica la cesión de conocimientos y técnicas asociados, manuales y capacitación, lo que representa la transferencia de conocimiento de un modelo de investigación a un modelo productivo.

Sin embargo, no existe una fórmula única para lograr que estos procesos se traduzcan en resultados efectivos. En México, a lo largo de los últimos años se han realizado diversos esfuerzos para lograr la vinculación entre las universidades y las empresas, ejemplo de ello son los clústeres científicos y tecnológicos, las oficinas de transferencia, los parques industriales y las incubadoras de empresas; siendo que cada una se adapta a las condiciones y necesidades del entorno del área económica y tecnológica a la que va dirigida.

Para que la transferencia tecnológica sea posible es necesario:

- Que la institución y profesionales que generan el producto, realicen una vinculación con el sector productivo.
- Que se establezcan procesos estandarizados para atender las necesidades de los clientes, porque estas no necesariamente son las áreas en las que se está realizando la investigación, por lo que debe haber un proceso de adaptación para poder transferir y que debe estar regido por un proceso medianamente estandarizado.
- Personal que funja como un traductor entre la academia y la empresa, porque ambos actores hablan lenguajes totalmente diferentes, tiempos y finalidades distintas.
- Personal que se encargue de realizar la transferencia, dando salida al producto de investigación de la universidad o centro de investigación.

Una transferencia tecnológica se puede llevar a cabo en base a un producto investigación de cualquier rama de las ciencias. En el presente proyecto, el producto es el Sistema computacional Act-Psiq, el cual es un sistema administrativo.

Diseño y desarrollo de sistemas de información

Cuando se realiza un sistema de información, se analizan, en primer lugar, los requerimientos de los futuros usuarios del sistema, a fin de que éste cubra las necesidades existentes y una vez definidas las operaciones que abarcará el sistema se realiza el diseño del mismo, a fin de planear la estructura del sistema y finalmente se elige el lenguaje de programación para poder desarrollarlo adecuadamente.

De acuerdo a lo anterior, los requerimientos de un sistema se trasladan en especificaciones de diseño (Date, 1995). El diseño de sistemas tiene dos etapas: el diseño lógico y la construcción física del sistema. En el diseño lógico se escriben las especificaciones detalladas del sistema, describiendo sus características: salidas, entradas, archivos y bases de datos, procedimientos. El conjunto formado por todas estas características recibe el nombre de especificaciones de diseño del sistema.

La construcción física, que es la siguiente actividad después del diseño lógico, produce el software, los archivos y un sistema que funciona.

Los diseños bien estructurados facilitan el mantenimiento de un sistema. Un sistema estructurado es modular y desarrollado en forma descendente, es decir, separado en componentes manejables. Los módulos deben diseñarse de forma que tengan un mínimo efecto sobre los demás módulos del sistema. Las conexiones entre módulos son limitadas y la interacción de datos es mínima. Se pretenden tales objetivos de diseño para que mejore la calidad del sistema y se faciliten las tareas de mantenimiento (Dennis, 2002).

Una vez diseñado el sistema, se debe elegir el lenguaje de programación a utilizar para desarrollar el sistema. Actualmente es común que se utilicen varios lenguajes de programación para el desarrollo del sistema.

Desarrollo sistema Act-Psiq

Para desarrollar el sistema Act-Psiq se llevó a cabo el análisis de necesidades de la administración de personal y consultas de hospital, a través de entrevistas con los encargados y de observación del proceso llevado a cabo manualmente. Una vez determinadas las necesidades se diseñó la interfaz del sistema, la base de datos y los módulos de operación, aplicando un diseño estructurado por módulos; finalmente se desarrolló el sistema por módulos de operación, utilizando un desarrollo descendente.

La interfaz del usuario es a través de menús de opciones, que presentan un fácil manejo para el usuario, se manejan a través del ratón y dando un clic en la opción deseada. Las capturas presentan espacios y formatos definidos para evitar errores y se cuenta con mensajes de error en caso de que se presenten. Los datos se almacenan en bases de datos normalizadas.

El sistema se diseñó en un menú general con dos módulos principales: administración de personal y consultas externas. El módulo de administración de personal, a su vez se divide en cinco módulos. El menú se presenta en una pantalla en forma horizontal y dando clic en cada opción se presenta el menú de operaciones incluidas en cada módulo. El módulo de administración de personal abarca las operaciones de: actualización, consultas, registro de incidencias, reportes por horario, reportes por incidencias. El módulo de consultas externas abarca las operaciones de registro de consultas externas, actualización, consultas y reportes.

Una vez diseñado el sistema, se generó la base de datos, la interfaz general del menú principal y se desarrolló cada módulo, uniéndose todos al final. Para el desarrollo del sistema, se utilizó una combinación de lenguajes y herramientas. Para la generación de las bases de datos se empleó Postgress SQL (Luján, 2012), para el diseño de algunas partes de la interfaz se utilizó HTML y para algunos códigos de desarrollo y conexión se usó PHP (Beati,2013) y Java (Gauchat, 2012). Estos lenguajes y herramientas fueron elegidos por su fácil manejo en la orientación específica que cada uno tiene.

Al ejecutar el sistema, éste solicita clave de acceso, la cual es diferente para el administrador del sistema y los usuarios, para dar acceso a las operaciones de acuerdo a sus necesidades; el sistema cuenta con validación de datos, manejo de errores en captura que son indicados al usuario a través de pequeños mensajes.

El módulo de actualización comprende las operaciones de altas, bajas y modificaciones. El módulo de consultas permite consultar al personal del hospital, por nombre, por horario, por puesto. El módulo de registro de incidencias permite capturar las inasistencias y retardos del personal. El módulo de reportes por horario permite emitir un reporte desplegable o impreso del personal que labora en los diferentes horarios que maneja el hospital, los cuales son matutino, vespertino y nocturno. El módulo de reportes de incidencias permite emitir un reporte desplegable e impreso de inasistencias, retardos, inasistencias y retardos, clasificados por semana, quincena, mes y trabajador.

Una vez desarrollada la base de datos, la interfaz del usuario y los módulos de operación, se unieron para conformar el sistema Act-Psiq, el cuál fue sometido a pruebas de ejecución para comprobar un óptimo funcionamiento.

El sistema Act-Psiq, una vez instalado en una computadora, puede ser ejecutado por los usuarios, en forma muy sencilla y sin requerir conocimientos avanzados de computación.

RESULTADOS

A través de un proyecto de investigación anterior al desarrollo del Sistema Act-Psiq, se desarrolló otro Sistema para la administración de presupuesto y actividades de un programa de apoyo al hospital psiquiátrico “La casa de medio camino”, por lo que el Sistema Act-Psiq fue unido al sistema anterior.

El resultado es un sistema confiable, fácil de manejar y que cubre las necesidades administrativas del Hospital Psiquiátrico del Estado de Veracruz.

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

A continuación, se muestran las principales partes de la interfaz del usuario del sistema: En la figura 1 se muestra el menú principal para la administración del personal incluyendo actualización, consultas, reportes por horario, registro de incidencias y reportes de incidencias.

En la figura 2 se muestra un reporte semanal de incidencias del personal.

En la figura 3 se muestra el menú para la opción de consultas externas, en la figura 4 las operaciones del registro de consultas y en la figura 5 un reporte de consultas programadas.

Se desarrolló un manual técnico dirigido a personas con conocimientos en computación y un manual del usuario para explicar el funcionamiento del sistema.



Figura 1. Menú principal administración de personal

The image displays a report titled "REPORTE RETARDOS E INASISTENCIAS POR SEMANA". It contains two tables. The first table lists incidents for employee Ana Espinoza on May 1st, 3rd, and 4th, 2016. The second table lists incidents for employees Ana Espinoza and Maria Guadalupe Espinoza on May 6th, 3rd, and 04th, 2016, showing their names, dates, and the number of minutes delayed.

CLAVE	NOMBRE	APELLIDO	FECHA DE INASISTENCIA
123456	ANA	ESPINOZA	2016-05-01
123456	ANA	ESPINOZA	2016-05-03
12345678	MARIA GUADALUPE	ESPINOZA	2016-05-04

CLAVE	NOMBRE	APELLIDO	FECHA DE RETARDO	MINUTOS DE RETARDO
123456	ANA	ESPINOZA	2016-05-06	5
123456	ANA	ESPINOZA	2016-05-03	10
12345678	MARIA GUADALUPE	ESPINOZA	2016-05-03	10

Figura 2. Reporte de incidencias

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO



Figura 3. Menú Consultas externas



Figura 4. Registro de consultas

A screenshot of the application showing a report titled 'CONSULTA DE PROGRAMACION'. It displays a table of scheduled consultations:

ID MEDICO	NOMBRE MEDICO	APELIDO MEDICO	FECHA	HORA	ID PACIENTE	NOMBRE PACIENTE	APPELLIDO PATERNO	APPELLIDO MATERNO
1000	OSCAR	TELLEZ	2016-04-12	13:00:00	1005	ESTEFANIA	QUIRARTE	MENDEZ

Buttons for 'IMPRIMIR' (Print) and 'SALIR' (Exit) are at the bottom.

Figura 5. Reporte de consultas programadas

DISCUSIÓN

El desarrollar un sistema de información puede parecer una tarea fácil de realizar por un profesional del área de sistemas computacionales, sin embargo, si no se llevan a cabo cuidadosamente las etapas del diseño y desarrollo del mismo, el sistema resultante puede no cubrir las necesidades para las que fue generado. Previamente se desarrolló un sistema para el control y administración de las actividades de los usuarios de la casa de medio camino y el presente sistema fue unido al anterior.

Comercialmente existen sistemas para la administración de personal y consultas, pero éstos no cubren las necesidades específicas del hospital y fue por ello que se desarrolló el sistema Act-Psiq.

CONCLUSIONES

El sistema Act-Psiq fue diseñado y desarrollado exitosamente, fue probado módulo por módulo y como sistema completo, por lo que es un sistema confiable y que cubre las necesidades del usuario. A través del manual del usuario, cualquier persona con conocimientos mínimos de computación, como lo es el encendido de la computadora, el manejo del mouse y el teclado puede ser capaz de manejar el sistema. El manual técnico tiene la función de describir el desarrollo general del sistema, para futuras modificaciones o ampliaciones al mismo.

Es importante que el producto de un proyecto de investigación, como lo es el sistema Act-Psiq sea utilizado en la práctica, es por ello que se realizó la transferencia tecnológica del mismo, al sector salud.

Las transferencias tecnológicas constituyen un apoyo importante a sectores con necesidades por cubrir y representan un área de oportunidad para el desarrollo de competencias en alumnos del área de computación.

REFERENCIAS

- Cairo Oswaldo, Guardati Silvia. (2006). *Estructura de datos*. Ciudad de Mexico: Mc Graw Hill.
- Aguilar, J. A. (2013). *Generación, tratamiento y análisis de información en las organizaciones*. Mexico DF: Juan Pablos ED Universidad autónoma Morelos.
- Cisco. (14 de 02 de 1990). *Cisco Co.* Obtenido de Cisco: <HTTP//CISCO.COM>
- Dennis, A. (2002.). *Systems Analysis Design*. John Wiley Editorial.
- Edgar, B. M. (2016). *La transferencia de tecnología como elemento para la competitividad*. Obtenido de Conacyt agencia informativa,: <http://www.conacytprensa.mx>
- Heredero, C. d. (2013). *Organización y transformación de los sistemas de información en la empresa*. Mexico DF: Alfaomega grupo editorial.
- John Date. (1995.). *Análisis y Diseño de Sistemas de Información*. McGraw-Hill, .

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Secretaria de salud. (2013). *Hospital psiquiatrico de Orizaba*. Obtenido de Inicio: med.brisku.com/.../Orizaba/Hospital-Psiquiatrico...Orizaba.../Secretaria-de salud, 2013

APLICACIÓN DE UN LENGUAJE ESPECÍFICO DE DOMINIO EN LA CONSTRUCCIÓN DE TRADUCTORES

*Quitl González, Patricia¹
Nava Arteaga, Concepción²
Herrera Hernández, Miguel Angel³
Herrera Quitl, Lucero⁴*

*pquitl@yahoo.com.mx¹. Instituto Tecnológico de Orizaba.
navaarteaga@yahoo.com.mx². Instituto Tecnológico de Orizaba.
miguel1herrera@yahoo.com³. Instituto Tecnológico de Orizaba.
herreralucero05@gmail.com⁴. Instituto Tecnológico de Orizaba.*

ABSTRACT

The domain-specific languages are a set of symbols, reserved words governed by grammatical rules, which allow to solve a problem in particular as it is presented in this article, because, to program a microcontroller of the manufacturer Microchip Technology Inc., based on a reduced set of instructions for the 16 series, required a complex level of abstraction in the understanding of its architecture to generate functional instructions, for this reason we designed and implemented a specific domain language that provides an abstraction layer simple programming of the microcontroller through a cross translator, using software tools that support the process of generation of translators, also implemented an environment integrated development to facilitate the use of the language presented. This language meets the goal of being more accessible and understandable, that is, easy to learn and implement for developers wishing to start in the area of microcontrollers from Microchip Technology Inc.

Keywords: Language, Abstraction, Microcontroller, Translator, Microchip.

RESUMEN

Los lenguajes específicos de dominio son un conjunto de símbolos, palabras reservadas regido por reglas gramaticales, que permiten solucionar un problemática en particular como la que se presenta en éste artículo, debido a que, para programar un microcontrolador del fabricante Microchip Technology Inc., basado en un conjunto reducido de instrucciones de la serie 16, se requiere un nivel de abstracción complejo en la comprensión de su arquitectura para generar instrucciones funcionales, por tal motivo se diseñó e implementó un lenguaje específico de dominio que brinda un nivel de abstracción simple en la programación de éste microcontrolador mediante un traductor cruzado, aplicando herramientas de software que apoyan al proceso de generación de traductores, además se implementó un ambiente de desarrollo integrado para facilitar el uso del lenguaje presentado. Este lenguaje cumple con el objetivo de ser más accesible y entendible, es decir, fácil de aprender e implementar para los programadores que deseen iniciarse en el área de los microcontroladores de Microchip Technology Inc.

Palabras clave: Lenguaje, Abstracción, Microcontrolador, Traductor, Microchip.

INTRODUCCIÓN

El incremento competitivo en el mercado tecnológico crea la necesidad de diseñar sistemas con las siguientes características: menor tamaño, consumo mínimo de energía eléctrica, desempeño favorable, entre otras, teniendo un especial énfasis en la facilidad de replicación del sistema diseñado. La lógica definida por el usuario, y realizada por el fabricante, permite individualizar a los sistemas

diseñados, así como también apegarse a los requerimientos específicos del usuario, finalmente, todo ello repercute en el costo, compactibilidad, desempeño y seguridad del diseño.

En este sentido, la programación de microcontroladores permite diseñar e implementar interfaces hombre-máquina y máquina-máquina para la automatización de sistemas así como integrar soluciones computacionales a través de diferentes tecnologías, plataformas o dispositivos. Además, la inserción de la tecnología electrónica junto con el desarrollo de software permite optimizar varios de los procesos que se realizan a nivel industrial y de servicios, tal automatización se logra a través de los microcontroladores, las aplicaciones de estos circuitos dependen de su arquitectura, de las herramientas tecnológicas y del conocimiento para así mismo aplicarlas en un proceso determinado.

En la actualidad, entre las aplicaciones más destacadas se pueden mencionar las operaciones a nivel industrial, el hecho de que una máquina pueda “autoajustase o auto-diagnosticarse” fortalece los aspectos de mejora en la producción, optimización de tiempo, abatimiento de costos, etc. Otras aplicaciones importantes de los microcontroladores están orientadas al procesamiento de señales el cual es importante en el área de telecomunicaciones, conversión de datos en formato serial asíncrono, modulación de señales por ancho de pulso, sistemas de alarmas, juegos de luces, control de motores DC/AC; entre otros. Estos dispositivos se pueden utilizar en todo sistema que requiera controlar uno o más procesos que previamente hayan sido programados para tal fin sin que puedan realizar una tarea diferente para la que fueron programados.

Un circuito integrado programable es un microcontrolador, capaz de ejecutar órdenes grabadas en su memoria principal, está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica, incluye tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida, conocida como arquitectura Harvard, como se muestra en la figura 1.



Figura 1 Arquitectura Harvard de un microcontrolador

Por lo general los microcontroladores pueden utilizar palabras de cuatro bits y funcionan a velocidad de reloj con frecuencias tan bajas como 4 kHz, con un consumo de baja potencia, tienen la capacidad de mantenerse a la espera de un evento como pulsar un botón o de otra interrupción; así, el consumo de energía durante el estado de reposo puede ser sólo de nanovatios, lo que hace que muchos de ellos sean adecuados para aplicaciones con batería de larga duración. Estos no contienen datos en la memoria RAM (Random-Access Memory); para que puedan controlar algún proceso es necesario crear un programa y luego grabarlo en la memoria ROM (Read-Only Memory), el programa puede ser escrito en lenguaje ensamblador u otro lenguaje para microcontroladores, por ejemplo lenguaje C; sin embargo, para que el programa pueda ser grabado en la memoria del microcontrolador, debe ser codificado en sistema numérico hexadecimal que es el sistema que hace trabajar al microcontrolador cuando éste es alimentado con el voltaje adecuado y asociado a dispositivos analógicos y discretos para su funcionamiento.

Existen en el mercado diferentes empresas que distribuyen microcontroladores como lo son: Microchip Technology Inc., Texas instruments, Atmel, Freescale, Intel, etc. cada uno con sus respectivas ventajas y desventajas.

Este artículo se fundamenta en el microcontrolador de Microchip Technology Inc. Serie 16, el cual dispone de todos los componentes que tienen la mayoría de los microcontroladores modernos, es atractivo por su bajo precio, un rango amplio de aplicaciones, alta calidad y disponibilidad, es una solución perfecta aplicarlo para controlar diferentes procesos en la industria, en dispositivos de control de máquinas, para medir variables de procesos etc.

Por lo anterior, se diseñó un lenguaje específico de dominio (DSL), empleando las herramientas de desarrollo JFlex y CUP, incluyendo el entorno de desarrollo integrado (IDE) que permite a los usuarios construir programas con un nivel de abstracción más alto a su código nativo.

METODOLOGÍA

Para implementar el DSL se describió el lenguaje para el microcontrolador puntualizado anteriormente, para tal fin se llevaron a cabo las siguientes fases de desarrolló: reconocimiento de elementos léxicos, construcción de analizador sintáctico-semántico, creación de rutinas de manejo para errores y programación del IDE.

Fase 1: Reconocimientos de elementos léxicos

Se aplicó el lenguaje formal de definición de expresiones regulares implementándolo con ayuda de la herramienta JFlex (Fast Lexical Analyser Generator) de la universidad de Princeton, en la figura 2 se ejemplifica.

```
%unicode
%cup
%line
%column
%{
    private Symbol symbol(int type){
        return new Symbol(type, yyline, ycolumn);
    }
    private Symbol symbol(int type, Object value){
        return new Symbol(type, yyline, ycolumn, value);
    }
}
VARIABLE=[A-Za-z_][A-Za-z_0-9]*
%%
"ESPERAR" { return symbol(sym.CHALE,new String("t\tretardo"));}
"MAIN" { return symbol(sym.MAIN,new String("\n\n\tvoid main(void){\n\t\tsetup();\n\t\tloop();\n}}"));
"FMAIN" { return symbol(sym.FMAIN,new String("\n\t\treturn; \n\t}")); }
"SI" { return symbol(sym.SI); }
"FINO" { return symbol(sym.FINO); }
"SETUP" { return symbol(sym.SETUP,new String("tvoid setup(){\n\tOSCCON=0x60;\n\tANSEL=0;\n}}");
"FSETUP" { return symbol(sym.FSETUP,new String("\n\t")); }
"FUSES" { return symbol(sym.FUSES,new String("//include <xc.h>\n // CONFIG1\n" + "#pragma config FOSC = INTRC_NOCLKOUT//\n Oscillator Selection bits (INTOSC oscillator: CLKOUT function on RA6/OSC2/CLKOUT pin, I/O function on RA7/OSC1/CLKIN)\n"); }
"ENTRADA" { return symbol(sym.ENTRADA); }
"SALIDA" { return symbol(sym.SALIDA); }
"RETARDO" { return symbol(sym.RETARDO,new String("\n\n\tvoid retardo(unsigned int i){for(;i>0,-);}\n\n}); }
"CICLO" { return symbol(sym.CICLO,new String("n\n\tvoid loop()\n\t\twhile(1)(\n\t\t\t));\n}); }
"FCICLO" { return symbol(sym.FCICLO,new String("t\t\t);}); }
"VOID" { return symbol(sym.VOID,new String("nvoid ")); }
"TOGGLE" { return symbol(sym.TOGGLE,new String("!!)); }
"(" { return symbol(sym.LPAREN); }
")" { return symbol(sym.RPAREN); }
"{" { return symbol(sym.LLAVE); }
"}" { return symbol(sym.RLAVE); }
";" { return symbol(sym.PCOMA); }
";" { return symbol(sym.MAS); }
">" { return symbol(sym.MENOS); }
">>" { return symbol(sym.MAYOR); }
"><" { return symbol(sym.MENOR); }
"==" { return symbol(sym.IGUAL); }
"==" { return symbol(sym.IGUAL2); }
{VARIABLE} { return symbol(sym.ID, new String(yytext())); }
[0-9]+ { return symbol(sym.NUMERO, new Integer(yytext())); }
[ \t\r\n]+ { System.out.println("Error léxico."+yytext()); }
```

Figura 2. Elementos léxicos del DSL en JFlex.

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Las palabras clave que conforman al DSL permiten generar un código fuente simple y entendible para los usuarios del microcontrolador en cuestión, así como usar un número reducido de instrucciones en comparación con el lenguaje nativo del mismo.

Fase 2: Construcción de analizador sintáctico-semántico

Se empleó el lenguaje de definición BNF (Backus Norm Form) mediante el generador de analizadores LARL CUP v0.10 del Instituto Tecnológico de Georgia, mientras que para el análisis semántico se agregó código Java embebido a las reglas BNF apoyadas de tablas de símbolos mediante una estructura LIFO (Last Input First Output) que permite llevar el seguimiento semántico, la figura 3 muestra un ejemplo de la actividad.

```
programa ::= ID:i FUSES:fuses metodos main
           {:miCodigo=fuses+miCodigo;
            // System.out.println("Clase Generada\n"+miCodigo+"\n\n");
            File miClase;
            try{
                miClase = new File("chalesens.c");
                if(miClase.exists())
                    miClase.delete();
                if(miClase.createNewFile()){
                    //System.out.println("Se ha creado el archivo");
                }
                FileWriter escribir=new FileWriter(miClase,true);
                escribir.write(miCodigo);
                escribir.close();
            }catch(IOException e){
                System.out.println("ERROR NO SE PUEDE ");
                errores+="NO se puede generar el codigo ... \n";
            }
        };
metodos ::= setup ciclo
          |setup RETARDO:retardo ciclo {: miCodigo=retardo+miCodigo; :}
          | metodo setup ciclo
          | metodo setup RETARDO:retardo ciclo
              {: miCodigo=losMetodos+retardo+miCodigo; :}
          ;
setup ::= SETUP:setup confpuertos FSETUP:fsetup
         {: //System.out.println("codigo intermedio==>"+setup+" "+fse
           miCodigo=setup+miCodigo+fsetup;
         }
|SETUP:setup confpuertos instrucciones FSETUP:fsetup
         {: //System.out.println("codigo intermedio==>"+setup+" "+fsetup);
           miCodigo=setup+miCodigo+auxiliar+fsetup;
         }
;
confpuertos ::= puertos:p IGUAL io:i PCOMA
              {: miCodigo=miCodigo+p+i;
              }
|confpuertos puertos:p IGUAL io:i PCOMA;
              {: miCodigo=miCodigo+p+i;
              }
;
io ::= ENTRADA {: RESULT="1;\n"; :}
|SALIDA:salida {: RESULT="0;\n"; :}
;
ciclo ::= CICLO:ciclo instrucciones FCICLO:fciclo
         {: miCodigo=miCodigo+ciclo+auxiliar+fciclo;
           auxiliar="";
         }
;
main ::= MAIN:main instrucciones FMAIN:fmain
         {: miCodigo=miCodigo+main+auxiliar+fmain;
           auxiliar="";
         }
```

Figura 3 Reglas gramaticales del DSL en CUP y código java embebido, para análisis sintáctico-semántico.

Fase 3: Creación de rutinas de manejo para errores

En este proceso se desarrolló código en el lenguaje Java que permite relacionarse con las clases generadas mediante las dos herramientas mencionadas con anterioridad, en ésta etapa se detectaron errores sintácticos. Los errores sintácticos se analizaron y documentaron apoyándose de la máquina de estados generada por CUP. La figura 4 muestra el manejo de errores.

```
port java_cup.runtime.*;
public class ManejoDeErrores{
    public String Errores(int tipo){
        String men= " ";
        switch (tipo){
            case 0:
                men = "E=0 Error de inicio de archivo ";
                break;
            /*
            public String analizaToken(Symbol curToken){
                int analiza = curToken.sym;
                String msn= " ";
                switch(analiza){
                    case 0:msn = " EOF ";break;
                    case 1:msn = " error ";break;
                    case 2:msn = " CHALE ";break;
                    case 3:msn = " MAIN ";break;
                    case 4:msn = " FMAIN ";break;
                    case 5:msn = " SETUP ";break;
                    case 6:msn = " FSETUP ";break;
                    case 7:msn = " FUSES ";break;
                    case 8:msn = " ENTRADA ";break;
                    case 9:msn = " SALIDA ";break;
                    case 10:msn = " RETARDO ";break;
                    case 11:msn = " CICLO ";break;
                    case 12:msn = " FCICLO ";break;
                    case 95:msn = " VOID ";break;
                    case 96:msn = " LPAREN ";break;
                    case 97:msn = " RPAREN ";break;
                    case 98:msn = " MAYOR ";break;
                    case 99:msn = " MENOR ";break;
                    case 100:msn = " MAS ";break;
                    case 101:msn = " MENOS ";break;
                    case 102:msn = " LLLAVE ";break;
                    case 103:msn = " RLLAVE ";break;
                    case 104:msn = " PCOMA ";break;
                    case 105:msn = " IGUAL ";break;
                    case 106:msn = " 106 ";break;
                    case 107:msn = " TOGGLE ";break;
                    case 108:msn = " NUMERO ";break;
                    case 109:msn = " ID ";break;
                }
                return msn;  }}}
```

Figura 4 Rutinas de manejo de errores sintácticos.

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Fase 4: Programación del IDE

Esta actividad se llevó a cabo con el lenguaje Java, el IDE permite las operaciones básicas de edición, manejo de archivos, módulo de ayuda, en las siguientes imágenes se muestran el resultado obtenido.

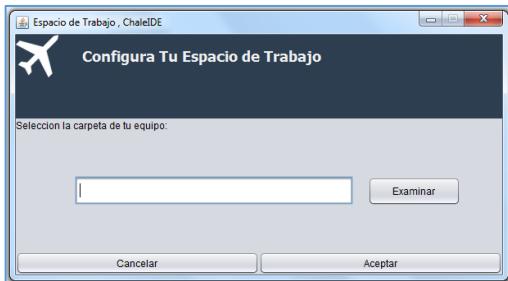


Figura 5. Una vez que se ejecuta la IDE se elige un espacio de trabajo

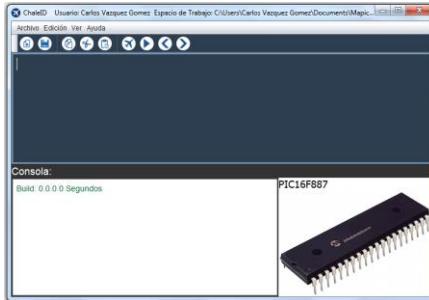


Figura 6. Se muestran las acciones que facilita el IDE



Figura 7. Acciones de la opción Archivo

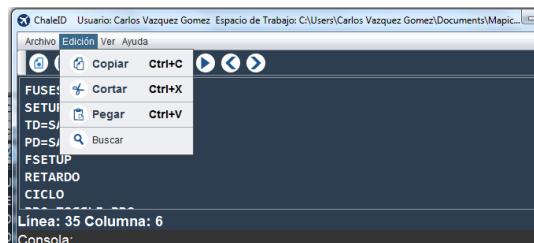


Figura 8. Acciones de la opción Edición

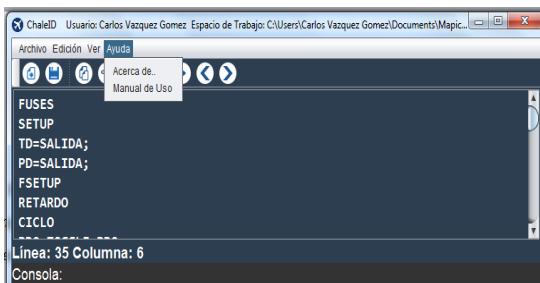


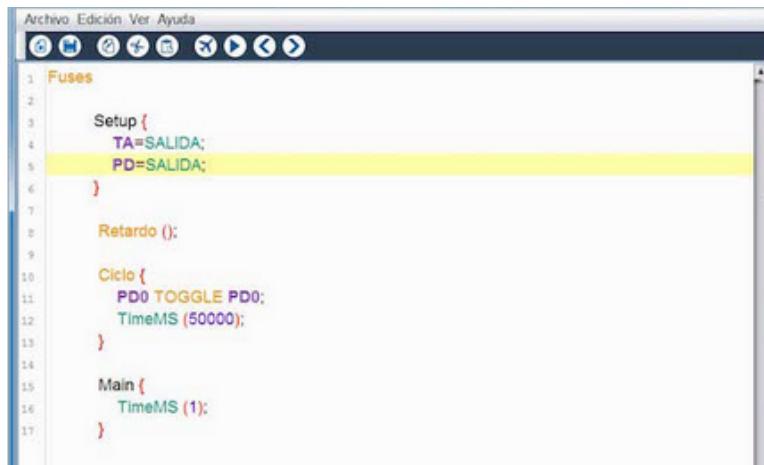
Figura 9. Acciones de la opción Ayuda

RESULTADOS

Los DSL se caracterizan por ser lenguajes con más detalle en la expresión de las instrucciones, más descriptivos, de más alto nivel, más comprensibles y más fáciles de aprender, normalmente son especificados con gramáticas pequeñas con pocos detalles de sintaxis y por consiguiente las especificaciones escritas en un DSL están menos propensos a errores, los usuarios del DSL MAPIC 1.0.0 podrán crear fácilmente la correspondencia entre el programa y el problema que se pretende resolver, permite una mayor productividad en el contexto del dominio para lo cual está definido y las especificaciones o programas son más fáciles de mantener.

A continuación, se pueden observar las siguientes actividades al usar el DSL y su IDE, así como la ejecución para el microcontrolador Microchip de la serie 16:

1. Al crear un proyecto en el IDE, se crea una carpeta y dentro de ella el archivo a reconocer.
2. Se escribe el código a compilar como se muestra en la figura 10.



```
Archivo Edición Ver Ayuda
1 Fuses
2
3 Setup {
4     TA=SALIDA;
5     PD=SALIDA;
6 }
7
8 Retardo ();
9
10 Ciclo {
11     PDD TOGGLE PDO;
12     TimeMS (5000);
13 }
14
15 Main {
16     TimeMS (1);
17 }
```

Figura 10. Instrucciones del DSL

3. Al compilar el archivo, en la carpeta del proyecto se crean los archivos correspondientes.
4. Ejecución del código anterior usando el microcontrolador de Microchip de la serie 16. Figura 11.

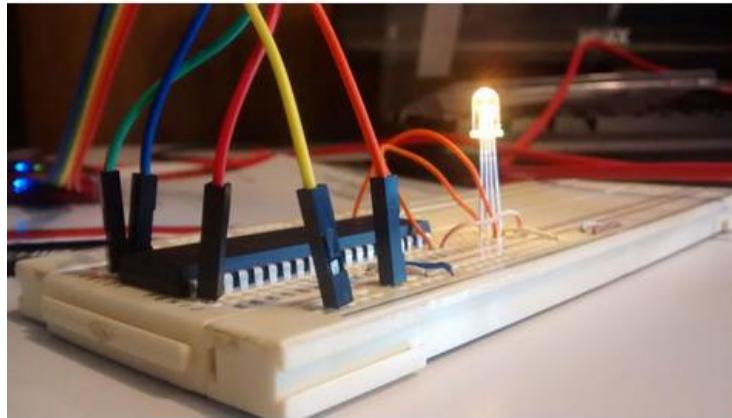


Figura 11. Ejecución de las Instrucciones del DSL usando el microcontrolador de Microchip serie 16

DISCUSIÓN

El desafío es incrementar el conjunto de instrucciones del DSL a fin de incluir sentencias que permitan expresar de una manera más versátil las acciones iterativas, además de ofrecer sentencias que favorezcan la personalización de la configuración del microcontrolador. Otro reto es que el DSL pueda evolucionar para que sea capaz de reconocer las instrucciones en cualquier microcontrolador de la familia Microchip.

De igual manera, otro de las metas es agregar funcionalidades al IDE como la escritura predictiva de código dirigida por la sintaxis, así como ofrecer un navegador propio de los proyectos con los que se trabaja. Al crear un nuevo proyecto, se pueda ofrecer la opción de crear nuevos programas a partir de ejemplos; además que implemente un sistema con opciones visuales para tener varios proyectos abiertos, personalizar los atajos de teclado, así como las fuentes con la que se trabaja.

CONCLUSIONES

Este proyecto se fundamentó en el microcontrolador de Microchip de la serie 16, el cual dispone de componentes incluidos en la mayoría de los microcontroladores modernos. Por su bajo precio, un rango amplio de aplicaciones, alta calidad y disponibilidad, es una solución perfecta para aplicarlo en el control de diferentes procesos en la industria, en dispositivos de control de máquinas, para medir variables de procesos etc. por lo cual su explotación para este tipo de actividades es relevante y fácil de acceder a este microcontrolador.

Así mismo, el DSL diseñado y desarrollado cumple con el objetivo de ser más accesible y entendible, es decir, fácil de aprender e implementar para las personas que tienen la inquietud de iniciarse en el uso y programación de microcontroladores.

REFERENCIAS

- A.van Deursen, P. Klint, J. Visser. (2000) *Domain-Specific Languages: An Annotated Bibliography*. ACM Sigpla notices, Vol. 35, No. 6.
- A.V. ,Aho. (2008). *Compiladores. Principios, técnicas y herramientas*. Pearson Adison Wesley, 2da Edicion. 2008.
- Jcup. (s.f.). Consultado el 17 de junio de 2016 en: <http://www2.cs.tum.edu/projects/cup/index.php>
- Jflex. (2014). *The fast scanner generator for java*. Consultado el 2 de abril de 2016 en: <http://jflex.de/>
- M.Voelter. (2013) *DSL Engineering, Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages*. Consultado el 5 de mayo de 2017 en: <http://dslbook.org>.

CAPÍTULO 3

La heterogeneidad de
la investigación para
la generación de
conocimientos

EXPERIENCIAS EN TORNO A LA IMPLEMENTACION DE UN CURSO DE ESCRITURA BAJO EL ENFOQUE LEARNING BY DOING.

Blanno Castro, Alejandro¹

ablanno@correo.univo.edu.mx¹. Universidad del Valle de Orizaba.

ABSTRACT

The present document generally refers to the instrumentation and development of a writing workshop course, which was implemented in the months of December 2016 and January 2017 under the "Learning by Doing" approach. At a private university in the central area of the Veracruz state.

This analysis outlines the set of particular conditions that influenced this educational experience, highlighting the advantages and difficulties inherent in its implementation.

The usefulness of this document lies in showing the development of an extracurricular course under an avant-garde work model and within its own dynamics shows very positive and symbolic results.

Keywords: Generic Skills, Education, Reading and Writing, Learning, Learning by doing

RESUMEN

El presente documento refiere de forma general la instrumentación y desarrollo de un curso taller de escritura, el cual fue instrumentado en los meses de Diciembre 2016 y Enero 2017, bajo el enfoque "Learning by Doing." En una universidad privada de la zona centro del Estado de Veracruz.

Bajo este análisis se reseñan el conjunto de condiciones particulares que incidieron en torno a esta experiencia educativa, destacando las ventajas y dificultades inherentes a su implementación.

La utilidad del presente documento radica en mostrar el desarrollo de un curso extracurricular bajo un modelo de trabajo vanguardista y que dentro de su dinámica propia muestra resultados muy positivos y simbólicos.

Palabras clave: Competencias genéricas, Educación, Lecto-escritura, Aprendizaje, Aprender haciendo.

INTRODUCCIÓN

La educación superior, tiene diversos espacios formativos incluyendo las áreas cocurriculares, que complementan la formación de los estudiantes. Como tal, el cumulo de aprendizajes integran competencias formativas o curriculares y competencias genéricas, que aportan criterios de complementación en la educación profesional e impactan directamente en su desarrollo, sobre todo en los contextos de abordaje de problemas empíricos relativos a la comprensión de su espacio, espíritu de competencia, apreciación artística, cultural y deportiva.

Es bajo los criterios de formación en competencias genéricas, que fue formulada la propuesta del diseño de un curso de escritura para alumnos y docentes de nivel superior, en una institución de educación superior en la zona centro del Estado de Veracruz; a desarrollarse entre los meses de Diciembre 2016 y Enero 2017, durante el periodo de vacaciones de invierno del semestre lectivo 17-1.

Para la construcción teórica del curso, se pensó en el diseño y adaptación de un contenido idóneo y constructivo, que permitiera la generación de competencias básicas de escritura artística (cuento y narrativa específicamente), en los estudiantes y docentes interesados. En atención a lo cual, se contempló un modelo desarrollado por una institución especializada en dicha área de formación, sita en Madrid, España, denominada “Escuela de Escritores”, quien tiene al alcance de quien lo requiera cursos de formación, que bajo este nivel de abstracción son gratuitos y abiertos.

Por otra parte en lo relativo a la estructuración de un modelo pedagógico de impacto, que permitiera el aprendizaje de esta competencia genérica en un corto tiempo, se seleccionó el enfoque denominado “aprender haciendo” o “learning by doing” bajo el cual, se privilegió el trabajo independiente y colaborativo de los estudiantes con miras a un resultado mucho más efectivo.

Durante el tiempo que duro la experiencia de aprendizaje, se pudieron observar diversas condiciones particulares que se relatan sucintamente en el presente análisis; por lo que se infiere su relevancia ya que puede servir como modelo para que se formulen sistemas pedagógicos y asignaturas extra curriculares, bajo este sistema de implementación dinámica, a fin de complementar la formación de los estudiantes y optimizar su rendimiento en otras áreas del conocimiento.

DESARROLLO

La formación del estudiante de nivel superior, precisa, además de contemplar elementos de análisis propios e inherentes a una formación profesional, la potencialización de habilidades que escapen del entorno curricular y se integren a lo que se conoce como competencias genéricas; que deriven en la integración de conocimientos, habilidades y valores que redunden en un mejor desempeño profesional, cualificado y dinámico, sin descuidar el compromiso social, ya que en nuestro tiempo, a decir de Delors, (1996) no basta conocer y saber hacer, es necesario también ser.

Bajo las competencias extracurriculares o genéricas se deben incluir: la formación artística, socio cultural y deportiva, las cuales, a decir de Vigotsky, (1995) inciden en el mejoramiento del desarrollo próximo del individuo, así como en sus capacidades psíquicas de aprendizaje, pensamiento complejo y comprensión del mundo bajo contextos simbólicos.

Centrándose en el contexto de las asignaturas culturales, estas deben contemplar el fomento del desarrollo del lenguaje y raciocinio, que a decir de Bazerman, (1988) favorecen 3 funciones esenciales que son.- comunicativa, social y epistémica: La función comunicativa aporta al individuo a la capacidad para comunicarse con las demás personas en diferentes entornos. Bajo el contexto social, mejora sustancialmente la capacidad de comprender las diversas estructuras humanas ya que la observación de su realidad favorece las interacciones con sus semejantes y desarrolla el contexto simbólico de la realidad observada, y por último, en el espacio epistémico, se genera en sí misma una potente herramienta intelectual y de aprendizaje que le puede servir no solo durante su formación, sino a lo largo de la vida ya que puede optar por esta senda de expresión artística como forma de vida.

Por su parte Di Stefano, (2004) observa que la enseñanza de competencias en lecto-escritura en el nivel superior, son determinantes para el desarrollo de un estudiante, con plena certeza de su espacio de influencia y de sus representaciones sociales, ya que implican diversas capacidades entre las que se destacan: observación, imaginación, análisis, creatividad, pro actividad y liderazgo, además que bajo el contexto moral le ayudan a entender las connotaciones éticas del comportamiento humano logrando con esto, un ser humano integral.

Atendiendo a las anteriores consideraciones teóricas, fue formulada la propuesta por parte de la Dirección de Facultad de Humanidades, de una universidad de la zona centro del estado de Veracruz,

para la implementación de un curso extracurricular de escritura creativa, (específicamente cuento y narrativa) para alumnos y docentes de nivel superior, que pudiera implicar una formación de orden semipresencial, con una carga horaria de 30 horas, divididas en 15 independientes y 15 con docente.

Para efectos de su calendarización, se consideraron los meses de Diciembre 2016 y Enero 2017, durante el lapso de vacaciones de invierno del semestre 17-1, por lo que la convocatoria sería totalmente voluntaria, gratuita y sin otra aliciente más que la formación de esa competencia genérica, ya que impactaría en inversión del tiempo de vacaciones de estudiantes y docentes interesados.

Por cuanto hace al manejo de un contenido idóneo que permitiere la generación de competencias básicas de escritura, se contempló el método de Canelles (2007) denominado “curso gratuito de escritura creativa” el cual es auspiciado por la “Escuela de Escritores”, institución fundada en el año 2003 y que se ubica en Madrid, España.

El curso contempló 15 temas que fueron divididos en sesiones de discusión asistida además de integrar ejercicios creativos independientes y breves semblanzas de la trayectoria de diversos escritores de la literatura universal así como lecturas de sus obras para reconocer su estilo y composición primordial.

En lo relativo a la estructuración de un modelo pedagógico de impacto, se seleccionó el enfoque denominado “*Learning by doing*” o “Aprender haciendo”, metodología propuesta por Arrow (1962), observada posteriormente bajo la óptica de la psicología pedagógica por Dewey (1975), quien afirma que nada se compara a la experiencia generada a través del crear, ya que es el motor indiscutible en una adecuada construcción del conocimiento y por tanto favorece un sistema de construcción intelectual coherente y plausible.

Por su parte Colom (2004), sostiene que gran parte de los errores del aprendizaje se deben a que los estudiantes no producen ni intentan nada nuevo, sino que únicamente se mantienen en una actitud pasiva ante el conocimiento, lo cual es inadecuado pues únicamente asumen una actitud pasiva ante él; por tanto, si se quiere obtener aprendizajes verdaderamente simbólicos, el estudiante debe transformarse en creador y asumir un papel dinámico ante los contenidos.

En lo relativo a los objetivos generales del curso, se buscó la obtención de diversas competencias entre las que destacan:

- Desarrollo de trabajo colaborativo (socioeducativo)
- Competencias para la redacción de escritos creativos (cuento y narrativa) con la utilización de una técnica idónea; esto se obtendría con una práctica constante de ejercicios independientes y colaborativos para mejorar la capacidad de redacción y organización de ideas.
- El producto final de curso sería una composición final de su invención, en la que se demuestre su capacidad de desarrollo narrativo y creativo, la cual sería revisada por cuanto hace a su estilo por el facilitador del curso y publicada en la plataforma virtual institucional de divulgación: “Asómate.”

Para el logro de los anteriores objetivos de aprendizaje, se detallaron diversas unidades temáticas que se desglosan sintéticamente en el cuadro que se muestra a continuación:

CONSTRUCCIÓN DE SABERES: SOLUCIONES BAJO UN ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO

Tabla 1. Organización general del curso de escritura creativa 17-1.

Temas a desarrollar	Fechas	Actividades con docente	Actividades independientes	Producto
I,II.- Utensilios de escritor y palabras	9 Diciembre 2016	Análisis de Antonie de Saint Exupéry Lectura comentada	Redacción Lectura	Una anécdota y un cuento breve
III, IV.- Claridad y naturalidad	16 Diciembre 2016	Análisis de Charles Dickens Lectura comentada Construcción de un cuento colectivo	Redacción Lectura Trabajo colaborativo	Discurso, cuento breve, borrador de cuento colectivo
V, VI.- Visibilidad y ritmo del discurso	6 Enero 2017	Análisis de Michael Ende Lectura comentada	Redacción Lectura Trabajo colaborativo	cuento breve y anécdota
VII, VIII, IX.- Voz, empatía y composición	13 Enero 2017	Análisis de Gabriel García Márquez Lectura comentada Análisis de Carlos Castaneda	Redacción Lectura Introspección	Dos cartas y un cuento breve
X, XI, XII.- Tema, escena y diálogo	20 Enero 2017	Lectura comentada Video “Escuela de escritores de la CDMX”	Redacción Lectura	Un micro cuento, una anécdota un relato humorístico
XIII, XIV, XV.- Narrador, personaje y género	27 Enero 2017	Análisis de Víctor Hugo Lectura de trabajos finales	Redacción Lectura Escritura creativa final	Un relato Un relato final de extensión media

Las narrativas que se realizaron, como quedó evidenciado tuvieron como antecedentes diversos ejercicios de sensibilización, que al final concluyeron en un proyecto final cuya relación ha quedado debidamente evidenciada en la publicación en el medio de difusión institucional “Asómate” y que son las siguientes:

Somos Hermanos (Trabajo colectivo) – Argumento: Daniela Espidio Perez 2º semestre de MKT, Monica Tatiana Suarez Pérez 2º semestre de Administración, Claudia Ariely Tepeche Rosas, y María Fernanda Rodríguez Martínez, del 6º semestre de educación, Aylin Maciel Rincón y Ariel Cruz Pateyro del 6º semestre de Ciencias de la comunicación, Efrén Ramírez Pérez, del 4º semestre de Ciencias de la comunicación y Daniela Aguilar Cruz del 2º semestre de Ciencias de la comunicación. Redacción e idea Original: Alejandro Blanno Castro.

Querida decepción - Autor: Daniela Aguilar Cruz 2º semestre de comunicación

Una parte de mí - Autor: Aylin Maciel Rendón 6º semestre de comunicación.

Daría Todo por tí - Autor: Ariel Cruz Pateyro 6º semestre de comunicación.

Tantos centímetros que alcanzar - Autor: Dalia Luz Delgado Ruiz 8º semestre de comunicación.

Las montañas de colores – Autor: Alejandro Blanno Castro, facilitador. (Trabajo que además participó en el “Círculo de Lectura de Escritores Universitarios, Universidad Veracruzana, 2017”)

Análisis de la implementación:

Al utilizar tiempos no oficiales se sabía que el nivel de compromiso por parte de los asistentes y facilitador, serían un factor decisivo para el éxito del curso, por lo cual se asumen diversas ventajas y áreas de oportunidad en la realización de esta implementación que a continuación se destacan.

Ventajas

- Los alumnos participantes se mostraron atentos y participativos.
- Se desarrolló un verdadero proceso creativo en los alumnos que culminaron el curso.
- Los estudiantes se observaron seguros de los resultados de su trabajo y en algunos casos sorprendidos por los buenos resultados observados.
- Se observó la generación de nuevas competencias que les serán útiles para actividades relativas con su formación, por ejemplo en lo relativo a creatividad, redacción, lectura de comprensión y socialización de ideas.
- Se observó mucha motivación en los estudiantes que culminaron el curso y el resultado final fue satisfactorio y edificante.
- Un trabajo además de los publicados en la plataforma asómate fue inscrito y aceptado en un foro de escritores externos, (Círculo de Lectura de Escritores Universitarios, Universidad Veracruzana 2017) lo cual además denota que los resultados obtenidos son de gran calidad y pueden competir en diversos escenarios externos.

Áreas de oportunidad

- En las últimas sesiones se retrasó el inicio de las sesiones por el atraso para llegar de parte del grupo.
- A pesar de tratarse de un curso gratuito, en algunos tópicos no hubo gran interés de abordarlos
- Hubo deserción de varios estudiantes y un docente asistente al no cumplir los objetivos del curso o simplemente por motivos personales o de tiempo.
- Algunos alumnos en ocasiones no les fue posible asistir a todas las sesiones lo que impidió su aprendizaje pleno.
- Durante la planeación se sabía que al hacer un curso inter semestral, durante las vacaciones de invierno, generaría ausentismo y en algunos casos falta de compromiso.
- Se evidenció que de todas las áreas inscritas, la licenciatura que mostró una permanencia y mayor interés y permanencia fue la licenciatura en Ciencias de la Comunicación ya que los alumnos de otras áreas no observaron permanencia y continuidad hasta la conclusión del taller.

CONCLUSIONES

El modelo pedagógico “*Learning by doing*” o “Aprender haciendo” sobre todo en nivel superior, puede ser una opción para ser empleado en diversas materias ya que su finalidad es potenciar contenidos de corte práctico, y en lo relativo a los cursos extracurriculares de carácter artístico, cultural y deportivo, su implementación arrojará invariablemente buenos resultados ya que entre otras competencias, se observa que propicia estudiantes altamente interesados con el desarrollo del curso

toda vez que el producto final es generado por ellos mismos, lo que hace que se vuelva altamente simbólico y vivencial.

De igual forma se observó un exponencial mejoramiento en las habilidades de socialización, ya que al compartir sus creaciones, aprenden a mostrarse respetuosos con el trabajo de los demás y en el caso del curso que se reseña, los estudiantes se mostraron sensibles a sus emociones, sentimientos y entorno, por lo que se considera este tipo de implementación como altamente provechosa y reactiva bajo la premisa de generación de constructos mucho más heterogéneos y accesibles.

En lo relativo al trabajo del facilitador bajo esta perspectiva, se observa que debe ir orientado a generar un aprendizaje dinámico de sus alumnos, por medio de una metodología eficaz y simbólica. De igual modo, debe poseer el gusto por su trabajo y por último, su labor correlativa al producto final consistirá en corregir las posibles deficiencias de estilo en los trabajos finales, por lo que la experiencia y el gusto por la lecto-escritura deben ser patentes en él.

Una de las conclusiones a la que llegaron los estudiantes al término de curso, es que se observó una mayor interactividad y dinamismo en este modelo de estudio y que cuando se crea un producto “desde cero” con las herramientas cognitivas, trabajos colaborativos y desarrollo de capacidades literarias, el mérito es mayor, por lo cual la metodología “*learning by doing*” representa una buena opción a tomar en cuenta.

Para finalizar se concluye que divulgar este tipo de experiencias es útil pues posibilita a otros docentes, el conocimiento de una experiencia que facilite la implementación de cursos dinámicos bajo metodologías vanguardistas, que motiven el aprendizaje y mejoren la comprensión de los tópicos de un curso con condiciones similares.

REFERENCIAS

- Arrow, K. J. (1962) The economic implications of learning by doing, *Review of Economic Studies*. Vol. 29, No. 3.
- Bazerman, Ch. (1988). Shaping written knowledge. The genre and activity of the experimental article in science. Madison. The University of Winsconsin Press.
- Canelles L. (2007) Curso gratuito de escritura creativa, Escuela de escritores, Madrid España.
- Colom, A.J. Et. Al. (2004) Epistemología neoidealista y fracaso intelectual del saber educativo. Teoría de la educación. Barcelona
- Delors, J (1996): Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Madrid: Santillana, UNESCO.
- Dewey, J. (1975) Naturaleza humana y conducta. FCE, México
- Di Estefano, M., Et. Al. (2004). La enseñanza de la lectura y la escritura en el nivel superior: procesos, prácticas y representaciones sociales. En P. Carlino (Coord.) Textos en contexto: leer y escribir en la universidad. Buenos Aires: Asociación Internacional de Lectura/Lectura y Vida.
- Vygotsky, L. (1995). Pensamiento y lenguaje. Barcelona, Paidós.

