

# REVISTA TECNOLOGICA

**ITCA FEPADE**  
TÉCNICOS E INGENIEROS

ISBN 2072-568X

Nº 10 / ENERO - DICIEMBRE 2017. PUBLICACIÓN ANUAL.

INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y

## **LAS INICIATIVAS EMPRESARIALES: EXPERIENCIA DE ITCA-FEPADE**

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE TURISMO CULTURAL PARA EL SALVADOR: E-TURISMO**

## **CONVERSIÓN DE MICROSCOPIO METALGRÁFICO CONVENCIONAL EN INNOVADOR MICROSCOPIO METALGRÁFICO DIGITAL**

## **INCIDENCIA DE PARÁSITOS Y BACTERIAS DEL GÉNERO VIBRIO EN EL CULTIVO DE CAMARÓN MARINO EN COOPERATIVAS CAMARONERAS DEL MUNICIPIO DE JIQUILISCO**

## **PRUEBAS DE PENETRACIÓN EN APLICACIONES WEB USANDO HACKEO ÉTICO**

## **INFORMÁTICA FORENSE CUANDO EL DELITO HACE USO DE LA TECNOLOGÍA**



**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL**

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América.

[www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)



# REVISTA TECNOLÓGICA

## No. 10. Enero – Diciembre 2017

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo  
**Rectora**

Ing. Carlos Alberto Arriola  
**Vicerrector Académico**

Inga. Frineé Violeta Castillo  
**Vicerrectora Técnica Administrativa**

Ing. Mario W. Montes Arias  
**Director de Investigación y Proyección Social**  
**Coordinador Editorial**

### Equipo Editorial Afiliación ITCA-FEPADE

Lic. Ernesto Israel Girón

Ing. Mario W. Montes

Ing. Jorge Agustín Alfaro

Licda. María Rosa de Benítez

Licda. Vilma Cornejo de Ayala

Ing. David Emmanuel Ágreda

Licda. Karla Verónica López de Barrera  
Licda. María Auxiliadora Yanme de Heymans  
**Diagramación**

Téc. Kevin Ulises Ayala Cornejo  
**Traducción**

607.3  
R485

Revista Tecnológica  
No. 10, Enero – Diciembre 2017. Escuela Especializada en  
Ingeniería ITCA-FEPADE. - Santa Tecla, El Salvador: ITCA  
Editores, 2017. 76p.:il.; 28 cm.

Anual  
ISSN Impreso: 2070-0458  
ISSN Digital: 2072-568X

1. Sistemas de información 2. Acuicultura 3. Sistema Dual  
4. Emprendimiento 5. Turismo cultural 6. Publicaciones  
seriadas 7. Escuela Especializada en Ingeniería  
ITCA-FEPADE

Publicación Anual  
Tiraje: 100 ejemplares

Revista Indizada en LATINDEX



La Revista Tecnológica es una publicación anual de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. La Revista publica artículos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, eléctrica, computación, electrónica, logística, acuicultura y otros temas de interés relacionados con el quehacer institucional. Esta revista ha sido concebida para difundirla con la comunidad académica, instituciones de educación superior y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. Los artículos que se publican cumplen criterios de originalidad, pertinencia y novedad. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores.

Ningún artículo puede ser reproducido total o parcialmente sin previa autorización por escrito de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Para referirse al contenido debe citar la fuente de información y al autor.

### Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador,  
Centro América

Correo electrónico: [revistatecnologica@itca.edu.sv](mailto:revistatecnologica@itca.edu.sv)

Sitio Web: [www.itca.edu.sv](http://www.itca.edu.sv)

PBX: (503)2132-7423

FAX: (503)2132-7599

Apartado Postal N° 133, Santa Tecla.

## ÍNDICE

- |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>01</b> | <p>Instituciones de Educación Superior y las iniciativas empresariales: experiencia de ITCA-FEPADE</p> <p>Licda. Ely Elpidia Escolar Santo Domingo<br/>Ing. Jorge Agustín Alfaro Amaya</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.6</b></p> <hr/>                                                                                                                       | <b>07</b> | <p>Sistema digital para el control central del sistema eléctrico utilizando tecnología Arduino y Android : aplicación en Centro Regional San Miguel</p> <p>Lic. Roberto Carlos Gaitán Quintanilla<br/>Téc. Fermín Osorio Gómez</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.43</b></p> <hr/>           |
| <b>02</b> | <p>Pruebas de penetración en aplicaciones web usando hackeo ético</p> <p>Inga. Rina Elizabeth López de Jiménez</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.13</b></p> <hr/>                                                                                                                                                                                              | <b>08</b> | <p>Desarrollo de una aplicación de software para la migración de datos de una estructura relacional a una estructura de Big Data</p> <p>Licda. Lilian Judith Sandoval<br/>Téc. Giovanni Tzec Chávez<br/>Téc. Guillermo Adalberto Jandres</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.46</b></p> <hr/> |
| <b>03</b> | <p>Informática Forense: cuando el delito hace uso de la tecnología</p> <p>Ing. Carlos Edgardo López Grande<br/>Ing. Ricardo Salvador Guadron Gutiérrez</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.20</b></p> <hr/>                                                                                                                                                      | <b>09</b> | <p>Plataforma Web "El Salvador Emprende" como medio social especializado para la comunicación y difusión del emprendimiento</p> <p>Ing. Edgardo Antonio Claros Quintanilla</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.52</b></p> <hr/>                                                               |
| <b>04</b> | <p>Incidencia de parásitos y bacterias del genero Vibrio en el cultivo de camarón marino desarrollados en cooperativas camaroneras del municipio de Jiquilisco, departamento de Usulután</p> <p>Licda. Claudia Marisol Orellana de Granados<br/>Téc. Oscar Antonio Ayala Mestanza</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.27</b></p> <hr/>                           | <b>10</b> | <p>Tendencias en Business Intelligence del Big Data al Social Intelligence</p> <p>Inga. Claudia Ivette Rodríguez</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.57</b></p> <hr/>                                                                                                                         |
| <b>05</b> | <p>Diseño e implementación de una aplicación móvil de turismo cultural para El Salvador: e-turismo</p> <p>Inga. Claudia Ivette Rodríguez<br/>Ing. Elvis Moisés Martínez Pérez<br/>Licda. Melissa Regina Campos Solorzano<br/>Ing. Ronny Adalberto Cortez Reyes<br/>Licda. Rosa Vania Jeanette Chicas Molina</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.31</b></p> <hr/> | <b>11</b> | <p>Cibercrimen e Informática Forense: introducción y análisis en El Salvador</p> <p>Téc. César Eduardo Vásquez Mata<br/>Téc. José Mauricio Regalado González<br/>Ing. Ricardo Salvador Guadron</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.63</b></p> <hr/>                                           |
| <b>06</b> | <p>Conversión de microscopio metalográfico convencional en innovador microscopio metalográfico digital</p> <p>Ing. José Manuel Trejo Peraza</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.38</b></p> <hr/>                                                                                                                                                                 | <b>12</b> | <p>Un componente primordial en la formación técnica integral: la formación de técnicos como personas</p> <p>Lic. Mario Alsides Vásquez Cruz</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.69</b></p> <hr/>                                                                                              |
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |           | <p>Instrucciones a los Autores</p> <p style="text-align: right;"><b>Pg.72</b></p> <hr/>                                                                                                                                                                                                           |



## Presentación

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE lanza la Revista Tecnológica número 10, como una herramienta de utilidad para dar a conocer a la comunidad académica y el sector productivo, los aportes que ITCA-FEPADE hace por medio de las diferentes escuelas académicas. La Revista Tecnológica presenta de forma sucinta pero clara, lo que se produce en el ámbito de la investigación aplicada y el pensamiento crítico que se genera a partir del quehacer académico en las aulas.

Bajo el liderazgo de las autoridades institucionales, la Revista Tecnológica se posiciona como una ventana para observar el quehacer creativo, innovador, investigativo y el conocimiento intelectual, lo cual a su vez se vuelve un aporte de conocimiento para los estudiantes y futuras investigaciones.

En este número se presentan artículos relacionados con las tecnologías de la información y comunicaciones referentes a pruebas de penetración en aplicaciones Web utilizando hackeo ético; informática forense; migración de datos relacionales a una estructura Big Data; diseño de aplicaciones móviles para el turismo cultural en El Salvador, así como el desarrollo de una plataforma Web “El Salvador Emprende”, como un medio social para la comunicación y difusión del emprendimiento a nivel nacional.

Se presentan artículos relacionados a la experiencia de ITCA-FEPADE en la vinculación de la formación académica con el emprendimiento, considerando éste como un eje transversal importante en la formación integral de estudiantes y se expone la experiencia institucional de la formación con el Sistema Dual. Se incluye un artículo que aborda los retos que enfrenta la academia para la formación integral de estudiantes como personas, ante el auge del desarrollo masivo de las tecnologías.

Entre otros aportes de la investigación aplicada desarrollada en los diferentes campus de la institución, se presentan resultados referentes a la conversión de un microscopio metalográfico convencional en uno digital; la utilización de tecnología Arduino y Android para el control de circuitos eléctricos en edificios, así como la incidencia de parásitos y bacterias del género Vibrio en el cultivo de camarón marino desarrollado en cooperativas del Bajo Lempa.

El equipo ITCA Editores reconoce y agradece el valioso aporte de los docentes y personal administrativo que han contribuido con sus artículos para hacer posible esta publicación.

## Equipo Editorial

# INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y LAS INICIATIVAS EMPRESARIALES: EXPERIENCIA DE ITCA-FEPADE

**Elsy Elpidia Escolar Santo Domingo**

Master en Educación, con Especialización en las TIC y las Teorías del Aprendizaje. Licenciada en Bacteriología. Rectora de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. E-mail: eescolar@itca.edu.sv

**Jorge Agustín Alfaro Amaya**

Master en Administración de Empresas, Ingeniero Electricista. Experto en Cooperación en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Sede Central. E-mail: jalfaro@itca.edu.sv

## Resumen

Las Instituciones de Educación Superior (IES) tradicionalmente se dedican a la docencia, investigación y proyección social. Actualmente muchas de estas instituciones han aceptado una cuarta función: ser agentes activos en el desarrollo socioeconómico de sus países. Para lograr el cumplimiento de esta función, se desarrollan varias iniciativas, tales como el fomento de la cultura emprendedora, incubadoras de empresas, universidades empresariales, entre otras. Las organizaciones señaladas enfrentan muchos obstáculos, entre los más relevantes se tienen: falta de profesores, organización inadecuada y marcos legales inadecuados. A pesar de todo, las IES muestran mucho interés y hay experiencias interesantes en el tema de las iniciativas empresariales. En este artículo se destaca el enfoque de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE a través del emprendimiento como eje transversal del currículo y el Sistema Dual de aprendizaje.

## Palabras clave

Emprendimiento, sistema dual, Instituciones de Educación Superior - El Salvador.

## Abstract

The Higher Education Institutions (HEI) are traditionally dedicated to teaching, research and social projection. Currently many HEI have accepted a fourth function: to be active agents in the socio-economic development of their countries. To achieve the fulfillment of this function, several initiatives are developed, such as the promotion of entrepreneurship culture, business incubators, business universities, among others. HEI face many obstacles, among the most relevant ones: lack of teachers, inadequate organization, inadequate legal frameworks. In spite of everything, the HEI show a lot of interest and there are interesting experiences in the subject of business initiatives. In this article it is highlighted the Engineering Specialized School ITCA-FEPADE approach through entrepreneurship as a transversal axis of the curriculum and the Dual Learning System.

## Keywords

Entrepreneurship, dual education system, Higher Education Institutions- El Salvador.

## Introducción

Este artículo está organizado de la siguiente manera: en primer lugar, se esboza el estado de las iniciativas empresariales universitarias a nivel internacional, particularmente el estudio del grupo de expertos de la Unión Europea; en segundo lugar se plantean los hallazgos a partir de una amplia investigación sobre el tema realizado en Venezuela; en tercer lugar se analiza la experiencia de la Escuela Especializada en Ingeniería

ITCA-FEPADE en El Salvador, desde dos perspectivas: primera, la introducción del tema de emprendimiento como eje transversal en todas las carreras de ITCA-FEPADE y segunda, la experiencia en el Sistema Dual de la institución; por último se recopila y propone una amplia gama de conclusiones y recomendaciones para el crecimiento de las iniciativas empresariales en las IES.

Recibido: 01/06/2017 - Aceptado: 15/06/2017

## Experiencias de las Iniciativas Empresariales en las IES en el Ámbito Internacional (Europa y Latinoamérica)

### Resumen de los resultados más importantes del grupo de expertos de la Comisión Europea:

- En general, la oferta de estudios en el ámbito de la iniciativa emprendedora en las instituciones y las disciplinas no empresariales es insuficiente: la iniciativa emprendedora no está todavía suficientemente integrada en las diferentes disciplinas de un plan de estudios.
- De los datos disponibles se deriva que la mayoría de cursos en materia de iniciativa emprendedora están incluidos en estudios empresariales y económicos.
- La oferta de cursos relacionados con la iniciativa emprendedora en estudios no empresariales es escasa en algunos de los Estados miembros de Europa central y oriental que se han unido a la UE a partir de 2004.
- Actualmente hay muy pocos profesores universitarios de iniciativa emprendedora.
- Existen muy pocos incentivos para motivar y recompensar al personal docente implicado en la enseñanza emprendedora y que hagan actividades con los estudiantes.
- El incremento de la financiación por parte del gobierno puede forzar los cambios en las universidades.
- El desarrollo y la oferta de cursos de iniciativa emprendedora dependen en gran medida de la estructura organizativa interna de una institución.
- Las facultades y los departamentos tienden a trabajar independientemente.
- Si bien existe una amplia gama de metodologías que completan las clases magistrales como instrumento básico de enseñanza, parece que hay un desfase entre los métodos aplicados y los que se consideran más eficaces y adecuados.
- El uso de métodos de enseñanza basados en la experiencia es esencial para el desarrollo de los conocimientos y las capacidades emprendedoras.
- Los métodos que se consideran más eficaces están basados en técnicas de grupo y trabajo en equipo para la concepción de nuevas ideas empresariales, el uso de estudios de caso y los talleres de planes de empresa.
- La superación de las delimitaciones entre disciplinas y la colaboración multidisciplinaria son elementos esenciales para la adquisición de habilidades emprendedoras.
- Es preciso que haya más flexibilidad en el diseño de los cursos.
- Uno de los retos consiste en integrar las actividades relacionadas con la creación de empresas basadas en el conocimiento en los estudios de grado, ya que actualmente estas actividades no forman parte de los planes de estudio y son de naturaleza esporádica.
- Si la idea o la innovación en el ámbito empresarial se ha desarrollado en la universidad, surgirán problemas básicos relacionados con los derechos de propiedad intelectual.
- La movilidad de los profesores y los investigadores entre las instituciones de enseñanza superior y las empresas es, en general, muy baja, y no se fomenta su práctica.
- Aunque de forma general los emprendedores y los profesionales en el ámbito empresarial colaboran en la enseñanza, solo en contadas ocasiones participan en el diseño e implementación del plan de estudios en su conjunto.
- Las instituciones europeas de enseñanza superior no están lo suficientemente implicadas – ni son lo suficientemente eficaces – por lo que se refiere a la colaboración con antiguos alumnos, que podrían aportar conocimientos y fondos. [1]

### Ámbito Latinoamericano

El desarrollo sobre educación empresarial en Latinoamérica, es un campo en el cual su progreso se ha hecho cada vez más evidente, considerando las actividades que desarrollan las universidades, algunas de las cuales se describen a continuación:

Kantiss (2011) citado por De Xena (2012) reporta «la presencia de cuatro aceleradoras, denominadas Aceleradoras Tecnológicas de Negocios (TECHBA), que promueven la internacionalización y que están localizadas fuera de **México** (dos en Estados Unidos, una en España y otra en Canadá)» (p. 94). Estas son propiedad del Estado mexicano y tienen como misión establecer vínculos comerciales con clientes e inversores extranjeros.

En **Brasil**, el Estado, conjuntamente con el sector educativo y el sector privado, ha establecido como factor prioritario el fomento de la capacidad emprendedora en la educación.

**Colombia** es uno de los países donde más se ha contribuido al desarrollo de la educación empresarial. Un ejemplo de esto es la creación del Centro de Desarrollo del Espíritu Empresarial (CDEE) de la Universidad ICESI (Instituto Colombiano de Educación Superior de INCOLDA)

### **Incubadoras de empresas**

Las incubadoras fueron un modelo en creciente popularidad entre las IES desde hace más de una década. De acuerdo al diario El Financiero (México), hacia 2012, el número de incubadoras en México excedía las 500 unidades, pero el mercado se depuró y hoy sólo operan cerca de 222. [2]

### **El Salvador**

De acuerdo al estudio de Global Monitor Entrepreneurship (GEM 2015), conducido localmente por la Escuela Superior de Economía y Negocios (ESEN), el estado del emprendimiento en El Salvador, se resume de la siguiente manera:

### **La actividad emprendedora**

El 31.2 % de los salvadoreños entre 18 y 64 años eran emprendedores en 2014. De estos, 19.5 % se encontraban en etapa temprana, Tasa de Emprendimiento Temprano (TEA) y 12.7 % eran emprendedores establecidos (1.0 % poseía tanto negocios tempranos como establecidos simultáneamente). Esto representa un aumento de las tasas reportadas en 2012, que eran de 15.3 % para la TEA y de 9.4 % para los emprendedores establecidos. Esta tendencia es común a los países de la región de Centroamérica y México. Estas tasas se comparan con el promedio latinoamericano de 19.9 % para la TEA y de 8.1 % para los negocios establecidos. [3]

## **Experiencia de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE desde dos Perspectivas**

### **1. Enseñanza-Aprendizaje del Emprendimiento como Eje Transversal en el Curriculum**

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE estableció desde el año 2003 el *Programa de Jóvenes Emprendedores*, por medio de la Escuela de Ciencias Básicas.

Ese mismo año se implementa la asignatura de *Fundamentos Empresariales*, como parte del currículo y como requisito para graduarse en todas las carreras. Esta asignatura propone una alternativa formadora de ideas que se plasma en la elaboración de planes de negocios y productos innovadores.

Las autoridades de ITCA-FEPADE, conscientes de la importancia que tiene fomentar una cultura emprendedora en la población estudiantil, deciden en agosto del año 2010 fortalecer el Programa de Emprendimiento, y se crea la **Unidad de Fomento de Emprendimiento (UFE)**. El fin de la Unidad es dar apoyo con asesoría personalizada a los estudiantes emprendedores para que tengan la oportunidad de fortalecer y formalizar sus ideas de negocio.

En el año 2011 se participó como IES asociada en el proyecto '*BUILD – Fomento de una Cultura de Emprendimiento e Impulso de la Cooperación Universidad – Industria para el Desarrollo de Centro América*' que estuvo financiado por la Comisión Europea y su programa de cooperación ALFA III.

A través del proyecto se logró:

Contribuir a la creación y consolidación de un sistema de emprendimiento en Instituciones de Educación Superior (IES) de la región centroamericana con el fin de fomentar relaciones universidad-empresa que apoyen al desarrollo socio-económico sostenible.

- Promover una cultura de emprendimiento en 12 IES de Centro América mejorando la calidad y relevancia de los servicios de apoyo al emprendimiento y desarrollando las estructuras de apoyo y capacidades humanas relevantes al emprendimiento.
- Crear una RED para el emprendimiento en la Educación Superior en Centro América como plataforma para fomentar la cooperación en la región.
- Por otra parte, desde el 2014, ITCA-FEPADE fue juramentado como parte de las Instituciones y Organizaciones miembros del *Consejo Asesor de Emprendimiento*, el cual se encarga de implementar la Política Nacional de Emprendimiento de El Salvador.

### **Servicios que se ofrecen a los estudiantes desde la UFE**

- Capacitaciones.
- Atención personalizada.

- Asesoría constante sobre Ideas de Negocio.
- Charlas motivacionales.
- Impulso de sus productos a través de las Ferias de emprendimiento desarrolladas en el campus.
- Apoyo para la legalización de negocios.
- Participación en eventos y concursos nacionales e internacionales, como medio de gestión de Capital
- Semilla para poner en marcha sus emprendimientos. Ponencias magistrales sobre Propiedad Intelectual.

### Principales logros del Programa de Emprendimiento en ITCA-FEPADE

En el año 2011 se obtuvo los siguientes resultados:

- 6 ferias de emprendimiento y 547 planes de negocio. El Banco Agrícola premió cuatro proyectos. Los proyectos fueron:

- ✓ Proyecto "Wantan Dulce" presentado por estudiantes de la Escuela de Alimentos.
- ✓ Proyecto "Carnet de estudiante como método de pago" presentado por estudiantes de la Escuela de Computación.
- ✓ Proyecto "Banca y Mesa" presentado por estudiantes de la Escuela de Civil y Arquitectura.
- ✓ Proyecto "Máquina tejedora de malla ciclón" presentado por estudiantes de la Escuela de Eléctrica y Electrónica.

- Se participó en el concurso "Gerencia Virtual", organizado por el Banco de América Central y Empresarios Juveniles, logrando ganar tres premios: primero, segundo y tercer lugar.

- Presentación satisfactoria de proyectos en diversos eventos, destacandose los siguientes: el CIES - ESEN 2011, logró el reconocimiento al mejor proyecto innovador con el "Cargador de laptop por medio de generadores eólicos", presentado por la Escuela de Mecatrónica. Se ganó el segundo lugar en el concurso nacional de inventores, promovido por el CNR, con el proyecto "Sistema de seguridad en luces direccionales y de emergencia en automóviles livianos", presentado por la Escuela de Automotriz.

- Emprendimientos bajo asesoría de la UFE en el año 2016. [4]

	DESCRIPCIÓN
	<b>Creaciones y decoraciones Flowercita.</b> Emprendimiento dedicado a la decoración de todo tipo de eventos, elaboración de tarjetas y más. A cargo de estudiantes de Técnico en Ingeniería Civil y Arquitectura.
	<b>Restaurante y Lounge Amsterdam.</b> Emprendimiento dedicado a la elaboración de alimentos. A cargo de estudiantes de Ingeniería Mecatrónica.
	<b>Perdomo's Cook &amp; Events</b> Emprendimiento dedicado al servicio de catering para eventos. A cargo de estudiantes de Técnico en Gastronomía.
	<b>Natural Beans</b> Elaboración y comercialización de frijoles en polvo. A cargo de estudiantes de Técnico en Gastronomía.
	<b>La Era del Hierro</b> Elaboración de artículos decorativo para el hogar a base de hierro soldado. A cargo de docente de la Escuela Dual.
	<b>B&amp;co. Food and Lifestyle</b> Elaboración de postres, pasteles para toda ocasión y mermeladas de sabores exóticos. A cargo de personal administrativo del área de Calidad.
	<b>The Green Olives</b> Elaboración de sándwiches variados y más. A cargo de estudiantes de Técnico en Gastronomía.

- Emprendimientos bajo asesoría de la UFE en el año 2015. [4]

NOMBRE DEL PROYECTO	CARRERA DE LOS ESTUDIANTES	REPRESENTANTE
Natural Beans (frijoles en polvo)	Gastronomía	Ángel David Calles
Eco Diseños (Muebles de materiales reciclados)	Ingeniería Civil y Arquitectura	Gabriela Carolina Águila Reyes
Rainbow Light (Proyector de acetatos modificados)	Mecatrónica Dual	Einor Isaac Hernández Valiente
Consultoría de Medio Ambiente	Ingeniería Industrial	Ever Manuel Escobar Mártir
Dispensador de alimentos para mascotas	Redes Informáticas	Blanca Alejandra Rivera Palma
503	Ingeniería en Sistemas	Rodrigo Alexander Ascencio
Virtus (Sistema de seguridad de puertos USB)	Ingeniería en Sistemas	Marvin Daniel Villalobos
Heat Keeper	Mecatrónica Dual	Juan Carlos Merino
JR Chocolates (Tablillas de chocolate artesanal)	Gastronomía	Cintha Rodríguez
Inspired (Elaboración de cremas y perfumes)	Laboratorio Químico	Carla Gabriela González
Servicios de obra civil	Ingeniería Civil y Arquitectura	Neftali Ramírez
Decoraciones Flowercita	Ingeniería Civil y Arquitectura	Diosis Ángel
Explorer Tours 503	Mecatrónica Dual	Dyana Mariela Melara

## 2. Aplicación del Sistema Dual

### Definición

El Sistema Dual es una estrategia de enseñanza-aprendizaje mediante la cual, por acción compartida, se alterna sistemáticamente el proceso de formación del estudiante en ITCA-FEPADE y en la empresa; asumiendo la institución la formación teórico-práctica y la empresa la formación práctica en servicio, la cual se denomina Práctica Empresarial. [6]

### Antecedentes

A partir de 2009 a la fecha operan seis carreras técnicas bajo el Sistema Dual; más de 120 empresas colaboran con ITCA-FEPADE proporcionando puestos de aprendizaje y becas. El 7% de la población estudiantil estudia bajo esta modalidad.

El impacto de la implementación del Sistema Dual ha sido tal para ITCA – FEPADE, estudiantes y empresas, que en el año 2014 las autoridades realizaron el nombramiento oficial de la Escuela de Educación Dual, como parte fundamental de la institución para el soporte del Sistema Dual. [5]

Los principales logros para la implementación del Sistema Dual en ITCA - FEPADE se detallan a continuación:

#### 2007

- Firma de convenio con el Centro Internacional para las Migraciones (CIM) y Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ, por sus siglas en Alemán), para apoyar el Sistema Dual a través del envío de un asesor alemán.
- Aprobación de la carrera Técnico en Ingeniería Mecatrónica por parte del Ministerio de Educación de El Salvador (MINED).
- Firma de convenios de aprendizaje con las primeras empresas que forman parte del Sistema Dual.

#### 2008

- Inicio de la primera cohorte de la carrera Técnico en Ingeniería Mecatrónica.
- Gestión de convenios de aprendizaje con más empresas.

#### 2009

- Incorporación de la carrera Técnico en Logística y Aduanas al Sistema Dual.

#### 2010

- Graduación de la primera cohorte del Sistema Dual.

- 28 de 32 estudiantes son contratados por las empresas donde realizaron sus prácticas (88%).
- El nivel salarial de los recién graduados aumentó en 40% con respecto a los graduados del sistema tradicional.
- Incorporación de la carrera Técnico en Ingeniería Electrónica Industrial al Sistema Dual.
- Evaluación del Sistema Dual por experto alemán.

#### 2011-2012

- Implementación de las carreras Técnico en Ingeniería Mecánica, opción CNC y opción Mantenimiento Industrial bajo el Sistema Dual.
- Concluye asesoría de experto alemán.

#### 2013

- Implementación de la carrera Técnico en Química Industrial bajo el Sistema Dual.

#### 2014

- Creación de la Escuela de Educación Dual, para la centralización de la coordinación y actividades que competen a todas las carreras impartidas bajo este Sistema. [5]

### Ventajas del Sistema Dual

#### Para la institución educativa:

- Excelente relación de cooperación con la industria.
- Facilita la formación de sus estudiantes dentro de la empresa con equipos especializados de alta tecnología que, por razones de costo, le sería imposible adquirir.
- Se mantiene actualizada de las innovaciones tecnológicas de las empresas, lo que le permite actualizar las currícula.
- Disminuye los índices de deserción escolar.

#### Para las empresas:

- Forma al estudiante bajo sus políticas, normas y procedimientos.
- Obtiene un profesional que conoce el equipo y la maquinaria de la empresa y tiene una formación académica de respaldo.
- Colabora con el desarrollo de las currícula de las

carreras, con lo que se asegura que los graduados cumplan con sus requerimientos teóricos y prácticos.

- Disminuye los tiempos y costos de inducción del personal cuando es contratado.
- Obtiene trato preferencial en los cursos de formación impartidos por ITCA-FEPADE para todo su personal.

**Para los estudiantes:**

- Realizan prácticas en ambientes reales de trabajo.
- Se forman en aspectos complementarios como

responsabilidad, autoridad, manejo de estrés, relaciones interpersonales y otros.

- Están en contacto con tecnología especializada de la industria.
- Son guiados por un experto de la empresa.
- Realizan una baja inversión en su formación al estar becados por las empresas.
- Se les facilita la colocación ya que la mayoría de ellos son contratados por la empresa donde desarrolló las prácticas. [7]

## Conclusiones

1. A pesar de las limitaciones presupuestarias de las IES y la ausencia de suficiente desarrollo de las políticas de Estado para apoyar la gestión de educación empresarial, el sector educativo de muchos países está consciente de la necesidad de desarrollar la educación empresarial.

2. En opinión de los expertos, pese al crecimiento esperado en el número de Universidades Empresariales, éstas no sustituirán a las universidades tradicionales, sino que convivirán con ellas.

3. El fomento de la educación emprendedora es un campo relativamente nuevo para la mayoría de las universidades de los países de Latinoamérica e incluso de los países avanzados de Europa.

4. Una manera práctica y eficaz de promover las iniciativas empresariales en las IES es la implementación del Sistema Dual de aprendizaje, tal como lo han demostrado las experiencias de ITCA-FEPADE en El Salvador.

Así como la Red de Universidades Empresariales promovidas por la cooperación alemana en América Latina y cuya primera experiencia exitosa se desarrolló en Colombia.

5. De acuerdo a la experiencia de ITCA-FEPADE, otra manera de promover las iniciativas empresariales en las IES es la incorporación del emprendimiento a nivel curricular como un eje transversal, así como la intensificación de las prácticas profesionales de los estudiantes.

6. Las iniciativas empresariales en las IES enfrentan numerosos obstáculos, entre los que destacan los siguientes: insuficiente número de docentes con el perfil adecuado para desempeñarse como docentes en los ámbitos de emprendimiento y formación de empresas; falta de políticas estatales en apoyo a iniciativas de emprendimiento; falta de financiamiento y capital de riesgo y no menos importante, los aspectos legales que muchas veces frenan el desarrollo de este tipo de iniciativas.

## Recomendaciones

1. Desarrollar una política educativa de Estado que estimule la incorporación de programas académicos en educación empresarial en todas las IES, que tenga como propósito el desarrollo de individuos con competencias en emprendimiento.

2. Implementar paulatinamente el Sistema de Educación Dual en las IES.

3. Desarrollar programas nacionales de reclutamiento y formación de docentes para enseñanza - aprendizaje

del emprendimiento y la formación de empresas.

4. Implementar cátedras a tiempo parcial para incorporar al cuerpo docente a profesores empresarios o altos ejecutivos de la empresa para que, bajo un programa de responsabilidad social, puedan motivar y transmitir sus conocimientos a los nuevos emprendedores.

5. Crear redes o espacios de conocimiento para divulgar los productos que en materia de educación empresarial están realizando las IES. Esto se puede lograr con

la participación en ferias nacionales e internacionales, conferencias, congresos, entre otros.

**6.** Establecer las competencias de creatividad e innovación en todos los niveles de la educación y la formación para el fomento y adquisición de las competencias clave transversales por parte de todos los ciudadanos, y garantizar el funcionamiento del triángulo del conocimiento educación, investigación e innovación.

**7.** Desarrollar una legislación específica de apoyo a las

relaciones Universidad-Empresa, incluyéndose la flexibilización de los límites de movilidad de los profesores entre la universidad y el mundo empresarial, así como la implicación del profesorado en la enseñanza del espíritu emprendedor.

**8.** Introducir en las IES que no tengan el Emprendimiento como eje transversal en el currículo, asignaturas o módulos optativos, que permitan el acercamiento de todos los estudiantes universitarios a la iniciativa empresarial y al autoempleo.

## Referencias

[1] Comisión Europea, "La iniciativa emprendedora en la enseñanza superior, especialmente en estudios no empresariales". [En línea]. 2008. Disponible en: [http://www.cdiex.org/aprendizaje/documento\\_8.pdf](http://www.cdiex.org/aprendizaje/documento_8.pdf) [Accedido: 15-jun-2016]

[2] L.B. De Xena, "La educación empresarial en instituciones de educación superior venezolanas". 2012 [En línea]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592312700074> [Accedido: 15-jun-2016]

[3] M. Sánchez Masferrer, "El Emprendimiento en El Salvador : informe nacional El Salvador 2014-2015"[En línea]. El Salvador : Global Entrepreneurship Monitor (GEM) / Escuela Superior de Economía y Negocios (ESEN), 2015. Disponible en: [https://www.esen.edu.sv/gem/files/resultados/GEM\\_EL\\_SALVADOR\\_2014\\_2015.pdf](https://www.esen.edu.sv/gem/files/resultados/GEM_EL_SALVADOR_2014_2015.pdf). [Accedido: 15-jun-2016]

[4] "Instituciones de Educación Superior y las iniciativas empresariales"/ Presentación compilada por Jorge Agustín Alfaro Amaya. El Salvador : Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, 2015.

[5] Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. "Postulación al reconocimiento a las mejores prácticas 2015 : Sistema de Educación Dual en Educación Formal". El Salvador : ITCA-FEPADE, 2015.

[6] "Reglamento académico de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE". El Salvador : ITCA-FEPADE, 2014.

[7] M.A. Guerrero Majano, "Formación Dual en El Salvador", Revista tecnológica, vol.3, no.3, pp. 6-10, 2010 [En línea]. Disponible en: <http://www.redicces.org.sv:80/jspui/handle/10972/176> [Accedido en: 25-mar-2017]

# PRUEBAS DE PENETRACIÓN EN APLICACIONES WEB USANDO HACKEO ÉTICO

**Rina Elizabeth López de Jiménez**

Ingeniera en Sistemas Informáticos. Docente de la Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE Sede Central. E-mail: rina.lopez@itca.edu.sv

## Resumen

En este artículo se lleva a cabo un análisis de las principales pruebas de intrusión en aplicaciones web, con un breve preámbulo de lo que es el significado de Pentesting, así como de los principales ataques que puedan sufrir las aplicaciones web. Se describen las principales metodologías que utilizan Pentesting, haciendo más amplio el aprendizaje obtenido de cada uno de ellos; a la vez se hace una lista de las herramientas de software más comúnmente utilizadas para las pruebas de penetración, destacando el sistema operativo Kali Linux, una herramienta gratuita capaz de modelar los ataques con el fin de obtener información acerca de las vulnerabilidades que los sitios web pueden tener.

## Palabras clave

Internet, seguridad informática, aplicaciones web, aplicaciones de computadores, vulnerabilidad, redes de computadores, aplicación informática.

## Abstract

In this article an analysis is conducted against the main intrusion indicators in web applications; With a brief preamble of the term Pentesting, as well as the main attacks that web applications may suffer. It describes the main methodologies used by Pentesting, making the learning obtained from each of those tests more extensive; At the same time a list is made of the most commonly used software tools for penetration testing, highlighting the Kali Linux operating system, a free tool capable of modeling attacks in order to obtain information about the vulnerabilities that websites may have.

## Keywords

Internet, information security, web applications, computer applications, vulnerability, computer networks, computing application.

## Introducción

Sin lugar a dudas, el rápido crecimiento de Internet y el uso de un número ilimitado de aplicaciones web y móviles han llegado a beneficiar a todos y cambiar la forma en que nos comunicamos, así como la forma en que llevamos a cabo diferentes transacciones. Por esto, la importancia de aplicar medidas de seguridad para garantizar la integridad y fiabilidad de la información.

Muchas empresas hoy en día están muy preocupadas porque las aplicaciones web sean las más rápidas o se desarrollen con el mejor software, pero muy pocas se preocupan de que éstas posean la seguridad adecuada. Por esa razón, este artículo describe las diferentes técnicas y pruebas de penetración, utilizando diferentes herramientas basadas en software para establecer las posibles vulnerabilidades que una aplicación web pueda tener.

## Que es Pentesting

El término Pentesting es muy amplio y tiene varias definiciones, tales como:

- “Es el método para la evaluación de un sistema o red mediante la simulación de un ataque de origen hostil”. [1]

- “Una prueba de seguridad con un objetivo específico; la prueba se termina cuando el objetivo se logra obtener, o el tiempo disponible termina”. (Manual OSSTMM- Open Source Security Testing Methodology Manual).

- Prueba de seguridad donde los evaluadores copian los ataques reales para subvertir las características de seguridad de una aplicación, sistema o red (Instituto Nacional de Estándares y Tecnología, NIST).

Recibido: 27/03/2017 - Aceptado: 11/06/2017

- La definición real es que el Pentesting es un conjunto de pruebas objetivas con el fin de detectar las vulnerabilidades de un sistema, teniendo muy claro que ningún sistema es 100% seguro o inviolable [1].

## Seguridad en Aplicaciones Web

El crecimiento y la evolución de Internet ha impactado de manera significativa la forma en que nos comunicamos y realizamos operaciones, lo que genera una gran cantidad de información sensible. Por ejemplo, la incorporación de números privados en sitios de comercio electrónico, servicios web, bancos y redes sociales, entre otros; esto causa que la información pueda ser robada o alterada si estos no tienen las medidas de seguridad necesarias para el manejo de la misma.

Los ordenadores en todo el mundo son susceptibles al ataque de hackers o crackers capaces de comprometer los sistemas informáticos y robar o eliminar información valiosa. Por esta razón, es esencial saber si estas redes y sistemas informáticos están protegidos de cualquier tipo de intrusiones. [8]

Comúnmente se cree que los fallos o vulnerabilidades se encuentran en servidores web o en el desarrollo de software de la misma aplicación; sin embargo se ha logrado detectar que la mayoría de fallas están dadas por las malas prácticas de los desarrolladores. Por lo tanto, es importante entender que las aplicaciones web no sólo deben ser diseñadas y desarrolladas para cumplir con los objetivos específicos para los que se crean, sino que también deben tener cuidado de cada uno de los datos y la información generada en ellas. [2]



Fig. 1. Robo de información

### A. Bases de Seguridad

**Autenticación:** se refiere a la pregunta: ¿quién es usted? Es el proceso de identificación única de aplicaciones y servicios de los clientes.

**Autorización:** se refiere a la pregunta: ¿qué se puede

hacer? Es el proceso que rige los recursos y las operaciones a las que el cliente autenticado tiene acceso.

**Revisión de Contabilidad:** auditoría efectiva y el registro de claves para evitar la no-repudiación. La no-repudiación asegura que un usuario no puede negarse a realizar una operación o el inicio de una transacción.

**Aviso:** también conocida como la privacidad. Es el proceso de asegurar que los datos se mantienen como privados y confidenciales y no pueden ser vistos por usuarios no autorizados o intrusos que controlan el flujo de tráfico a través de una red. El cifrado se utiliza a menudo para hacer cumplir la confidencialidad.

**Integridad:** es la garantía de que los datos están protegidos contra posibles modificaciones accidentales o deliberadas (malicioso).

**Disponibilidad:** Desde una perspectiva de seguridad, disponibilidad significa que los sistemas permanecen disponibles para los usuarios legítimos. [3]

### B. Ataques Comunes

En la actualidad existen numerosos ataques a aplicaciones web; en la siguiente tabla se resumen los más destacados.

ATAQUE	DESCRIPCIÓN
URL de tipo semántico	Este tipo de ataques involucran a un usuario modificando la URL a modo de descubrir acciones a realizar que originalmente no están planeadas para ser manejadas correctamente por el servidor.
Cross-Site Scripting	Cross-Site Scripting (XSS) es un tipo de vulnerabilidad de seguridad informática típicamente encontrada en aplicaciones web que permiten la inyección de código por usuarios maliciosos en páginas web.
Cross-Site Request Forgery	Este tipo de ataque permite al atacante enviar peticiones HTTP a voluntad desde la máquina de la víctima
Peticiones HTTP falsificadas	Un ataque más sofisticado que el anterior es enviar peticiones falsas empleando herramientas especiales para este propósito.

Tabla I. Ataques más comunes sobre aplicaciones web [2]

### C. Ataques a través de Bases de Datos

La mayoría de las aplicaciones web hoy en día se encuentran transportando, generando y mostrando una gran cantidad de información proveniente de bases de datos, por lo que mantener la integridad y fiabilidad de la misma se vuelve un tema importante cuando se habla de seguridad. El siguiente listado muestra los principales ataques sobre las bases de datos.

- Exhibition Access Credentials
- SQL Injection
- Exposure data

## Pruebas de Penetración en Aplicaciones web

### A. Ámbitos de Pruebas

- **Externo:** ejecutado desde afuera del perímetro de seguridad, por ejemplo Internet.
- **Interno:** cuenta con más privilegios en la red, por ejemplo empleados, clientes, proveedores, Internet libre [4].

### B. Tipos de Pruebas de Penetración

Las siguientes son importantes tipos de pruebas de penetración:

- Black Box Penetration Testing
- White Box Penetration Testing
- Grey Box Penetration Testing

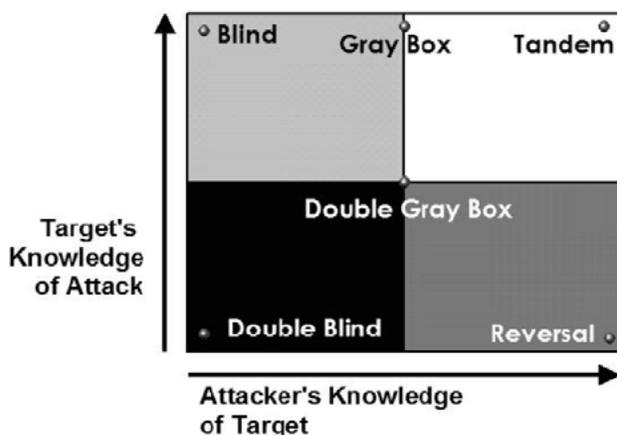


Figura 2. Tipos de Pentesting

• **Prueba de Penetración Black Box:** en las pruebas de penetración Black Box, el tester no tiene idea acerca de los sistemas que va a probar. Se interesa por reunir información acerca de la red o el sistema de destino. Por ejemplo, en esta prueba, un tester sólo sabe lo que debe ser el resultado esperado y no sabe cómo llegar al resultado. Él no examina los códigos de programación. Las pruebas de penetración Black Box analizan la cobertura de código y realizan pruebas de flujo de datos, pruebas de ruta, prueba de lazo, etc.

• **Prueba de Penetración White Box:** esta es una prueba completa; el tester ha sido dotado de toda la gama de información sobre los sistemas y / o en la red, tales como esquemas, código fuente, detalles del sistema operativo, dirección IP, etc. Normalmente se considera como una simulación de un ataque de una fuente interna. También

se conoce como caja estructural de vidrio, caja clara y las pruebas de caja abierta.

• **Pruebas de Penetración Grey Box:** En este tipo de pruebas, un tester generalmente proporciona información parcial o limitada con los detalles internos de un sistema. Puede ser considerado como un ataque de un hacker externo que habían tenido acceso ilegítimo a los documentos de infraestructura de red de una organización [5].

Types	Advantages	Disadvantages
<b>Black Box</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tester need not necessarily be an expert as it does not demand specific language</li> <li>• Tester verifies contradictions in the actual system and specifications</li> <li>• Test is generally conducted with the perspective of a user, not the designer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Particularly, these kinds of test areas are difficult to design</li> <li>• Possibly, it is not worth, in case designer has already conducted a test case</li> <li>• It does not conduct everything</li> </ul>
<b>White Box</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• It ensures that all independent paths of module have been exercised</li> <li>• It ensures that all logical decisions have been verified along with their true and false value</li> <li>• It discovers the typographical errors and does syntax checking</li> <li>• It finds the design errors that may have occurred because of the difference between logical flow of the program and the actual execution</li> </ul>	Does not have
<b>Grey Box</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As the tester does not require the Access of source code, it is non-intrusive and unbiased</li> <li>• As there is clear difference between a developer and a tester, so there is least risk of personal conflict</li> <li>• You don't need to provide the internal information about the program functions and other operations</li> </ul>	Does not have

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los tipos de pruebas de penetración

### c. Principales Etapas del Pentesting

Las pruebas de penetración son una combinación de técnicas que consideran varios temas relacionados a los sistemas; las pruebas, analiza y da soluciones. Se basa en un procedimiento estructurado que lleva a cabo las pruebas de penetración paso a paso.



Figura 3. Principales etapas del Pentesting

### • **Planeación y Preparación**

La planificación y preparación comienza con la definición de las metas y objetivos de las pruebas de penetración. El cliente y el tester deben definir conjuntamente los objetivos de modo que ambas partes tengan los mismos objetivos y comprensión. Los objetivos comunes de las pruebas de penetración son:

- a. Identificar la vulnerabilidad y mejorar la seguridad de los sistemas.
- b. Tener la seguridad de TI confirmada por un agente externo.
- c. Aumentar la seguridad de la infraestructura de la organización / personal.

### • **Reconocimiento**

El reconocimiento incluye un análisis de la información preliminar. Muchas veces un tester no tiene mucha información que no sea la información preliminar, una dirección IP o bloque de direcciones IP. El tester inicia mediante el análisis de la información disponible y, si es necesario, recibe mayor información como descripciones de sistemas, planes de la red, etc. desde el cliente. Este paso es una especie de prueba de penetración pasiva. El único objetivo es obtener información completa y detallada de los sistemas.

### • **Descubrimiento**

En este paso, un pentester probablemente usará las herramientas automatizadas para analizar activos de destino para descubrir vulnerabilidades. Estas herramientas normalmente tienen sus propias bases de datos que dan los detalles de las últimas vulnerabilidades. El tester es capaz de realizar:

- a. **Descubrimiento de red:** sistemas, servidores y otros dispositivos adicionales.
- b. **Host Discovery:** determina los puertos abiertos en estos dispositivos.
- c. **Servicio de Interrogación:** interroga a los puertos para descubrir los servicios reales que se ejecutan en ellos.

### • **Análisis de Información y Riesgos**

En este paso, el tester analiza y evalúa la información reunida antes en los pasos de prueba para penetrar dinámicamente el sistema. Según el número de sistemas y el tamaño de la infraestructura, así es el tiempo que se tarda. Al analizar, el tester considera los siguientes elementos:

- a. Los objetivos definidos de la prueba de penetración.
- b. Los riesgos potenciales para el sistema.

- c. El tiempo estimado necesario para evaluar posibles fallos de seguridad para las pruebas de penetración activa posteriores.

Sin embargo, de la lista de sistemas identificados, el tester puede optar por probar sólo aquellos que contienen vulnerabilidades potenciales.

### • **Intentos de Intrusión Activos**

Este es el paso más importante que debe realizarse con el debido cuidado e indica en qué medida las vulnerabilidades potenciales que se identificaron en el paso de descubrimiento poseen los riesgos reales. Este paso se debe realizar cuando se necesita una verificación de vulnerabilidades potenciales. Para aquellos sistemas que tienen requisitos de alta integridad, la vulnerabilidad potencial y el riesgo deben considerarse cuidadosamente antes de realizar procedimientos críticos de limpieza.

### • **Análisis Final**

Este paso considera principalmente todos los pasos realizados hasta ese momento y una evaluación de las vulnerabilidades presentes en forma de riesgos potenciales. Además, el tester recomienda eliminar las vulnerabilidades y los riesgos. Por encima de todo, el tester debe asegurar la transparencia de las pruebas y las vulnerabilidades que reveló.

### • **Preparación del Informe**

La preparación del informe debe comenzar con los procedimientos generales de las pruebas, seguido de un análisis de las vulnerabilidades y los riesgos. Los altos riesgos y las vulnerabilidades críticas deben tener prioridad y seguidas por las de orden inferior. Sin embargo, al documentar el informe final, es necesario considerar los siguientes puntos:

- a. Resumen general de pruebas de penetración.
- b. Detalles de cada paso y la información recolectada durante la prueba de penetración.
- c. Detalles de todas las vulnerabilidades y riesgos descubiertos.
- d. Detalles de limpieza y fijación de los sistemas.
- e. Sugerencias para la seguridad futura. [5]

## D. Metodologías

### • **OWASP (Open Web Application Security Project)**

Es un proyecto de código abierto dedicado a identificar y combatir las causas que hacen que el software sea inseguro. La Fundación OWASP es una organización sin fines de lucro que apoya y administra los proyectos e infraestructura de OWASP. Los documentos más exitosos

incluyen OWASP Guide y el documento de autoevaluación ampliamente adoptado OWASP Top 10.

Este es un método de prueba para aplicaciones web basadas en dos fases: pasiva y activa. Su enfoque es "caja negra", preferiblemente poca o ninguna información conocida incluso en el contexto que se harán las pruebas.

#### **Fase Pasiva.**

Esta fase consiste en probar para entender la lógica de la aplicación que está bajo testing y así poder comprobar si arroja cualquier elemento que podría significar una puerta abierta para el análisis detallado.

#### **Fase Activa.**

El "tester" comienza a probar todo lo recomendado en el proceso de esta metodología. Esta fase se centra específicamente en 9 subcategorías de 66 procesos:

- a. Pruebas de Gestión de Configuración (recopilación de información + gestión de configuración).
- b. Pruebas de Autenticación
- c. Pruebas de Autorización
- d. Pruebas de Gestión de Sesiones
- e. Pruebas de Lógica Empresarial
- f. Pruebas de Validación de Datos
- g. Pruebas de Servicio.
- H. Prueba de Servicios Web
- i. Pruebas de Ajax [6]

#### **• OSSTMM (Open Source Security Testing Methodology Manual)**

Es uno de los estándares profesionales más completo y comúnmente utilizado en auditorías de seguridad para revisar la Seguridad de Sistemas que se encuentran en Internet. Incluye un marco que describe los pasos que se harían para la implementación de la auditoría.

#### **• ISSAF (Information Systems Security Assessment Framework)**

Los Sistemas de Información del Marco de Evaluación de Seguridad son una metodología estructurada para el análisis de seguridad en múltiples dominios y detalles específicos de la prueba o de las pruebas para cada uno de ellos. Su objetivo es proporcionar procedimientos muy detallados para la comprobación de sistemas de información que reflejen situaciones reales.

ISSAF se utiliza principalmente para cumplir con los requisitos de evaluación de las organizaciones y también puede

utilizarse como referencia para nuevas implementaciones relacionadas con la seguridad de la información. [6]

## **Herramientas para hacer Pentesting**

Hay muchas herramientas de software para pentesting basado en software libre, cada una capaz de hacer diferentes tipos de pruebas de penetración. A continuación, se muestra una lista de las herramientas más utilizadas:

#### **• Burp Suite**

Burp Suite es una excelente plataforma para PenTest y sitios web de seguridad. Esta herramienta tiene muy buenas características como:

- a. Intercepción de proxy
- b. Spider (a "rastreo")
- c. Detección automática de vulnerabilidades
- d. Herramienta de repetición
- e. Habilidad para escribir plugins propios

#### **• Acunetix – Scanner for web vulnerabilities**

Potente herramienta para MS Windows que detecta un gran número de vulnerabilidades en la forma de carga de archivos, incluyendo Cross-Scripting, Inyección de SQL, Inyección de CRLF, Ejecución de Código, Transversal de Directorio, Inclusión de Archivos.

También tiene un escáner integrado de puertos propios, que aunque no reemplazan nmap (nmap.org). Cuenta con varias herramientas independientes para realizar tareas específicas como Fuzzer HTTP, HTTP Editor, Authentication Tester, etc.

#### **• SQLmap**

Desarrollado por Bernardo Damele y Miroslav Stampar. SQLmap es una herramienta que ninguna aplicación web de tipo auditor debe prescindir. Se trata de una herramienta basada en la web y de código abierto que automatiza la detección y explotación de vulnerabilidades de inyección de SQL y extrae información de bases de datos.

Actualmente soporta:

- a. MySQL
- b. Oracle
- c. PostgreSQL
- d. Microsoft SQL Server

También parcialmente soporta otras bases de datos como:

- a. Microsoft Access
- b. DB2
- c. Informix
- d. Sybase
- e. Interbase

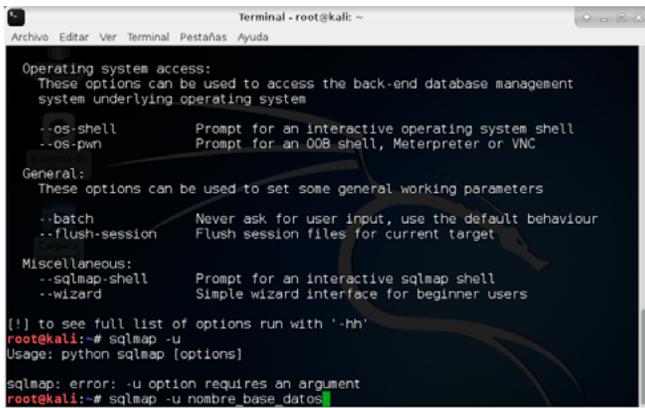


Figura 4. SqlMap on Kali Linux

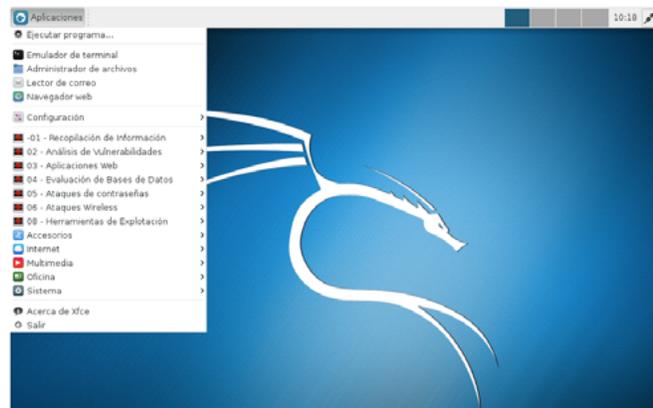


Figura 5. Kali Linux Menu

#### • WhatWeb

Esta herramienta es útil para uno de los primeros pasos en una auditoría o Pentesting; recopila información e identifica si el "target" utiliza cualquier plataforma de Content Manager (CMS) Blog, Servidores, Javascripts, etc.

#### • Nessus

Nessus apunta a un uso más amplio en el campo de pruebas, es decir, un gran número de redes de dispositivos, etc. También es muy útil para aplicaciones web Pentesting para habilitar y configurar los módulos correctos. [7]

#### • Kali Linux

Kali Linux es una distribución Linux basada en Debian destinada a pruebas avanzadas de penetración y auditoría de seguridad. Kali contiene varios centenares de herramientas destinadas a diversas tareas de seguridad de la información, tales como pruebas de penetración, forense e ingeniería inversa. Kali Linux es desarrollado, financiado y mantenido por Offensive Security, una compañía líder en capacitación en seguridad de la información. Kali Linux fue lanzado el 13 de marzo de 2013 como una reconstrucción completa de arriba a abajo de Backtrack Linux, adhiriéndose completamente a los estándares de desarrollo de Debian.

- Incluye más de 600 herramientas de prueba de penetración.
- Kali Linux siempre será libre y gratuito.
- Posee un árbol de desarrollo de código abierto.
- Kali se adhiere al estándar de jerarquía del sistema de archivos.
- Soporta dispositivos inalámbricos de gran alcance. [9]

#### • Parrot Security OS

Se trata de un sistema operativo basado en Debian, desarrollado por el equipo de Frozenbox. Este sistema operativo está diseñado para realizar pruebas forenses de informática, piratería ética, criptografía, etc. Parrot Security OS promete ser un sistema operativo ligero y altamente eficiente.

#### • Backbox Linux

Se trata de un sistema operativo basado en Ubuntu, que se centra en la evaluación de seguridad y pruebas de penetración. Cuenta con una amplia gama de herramientas de análisis de seguridad para aplicaciones web, análisis de redes, etc.

#### • Samurai Web Testing Framework

Es básicamente un entorno real de Linux que viene pre-configurado para funcionar como una plataforma de prueba de web-test. Contiene varias herramientas de hacking gratuitas y abiertas para detectar vulnerabilidades en el código de sitios web.

## Conclusiones

Después de realizado el análisis de la información obtenida se puede confirmar que ninguna aplicación web es perfectamente segura y libre de ataques, pero con el uso de técnicas o test de intrusión, Pentesting, como herramientas de Hackeo Ético, todas esas vulnerabilidades pueden ser superadas, evitando los ataques que socavan la integridad y fiabilidad de los datos que se manejan.

## Referencias

- [1] R.Guirado, "Penetration Testing : conceptos generales y situación actual [en línea]".  
Montevideo, 2009. Disponible en: <https://www.isaca.org/chapters8/Montevideo/Events/Documents/pene->

tration%20testing%20-%20conceptos%20generales%20y%20situacin%20actual.pdf. [Accedido: 22 -mar-2016]

[2] "Aspectos Básicos de la Seguridad en Aplicaciones Web Documentos - CSI -", [En línea]. Disponible en: <https://www.seguridad.unam.mx/historico/documento/index.html-id=17> [Accedido: 12 -ene-2016]

[3] "Web Application Security Fundamentals", 2003. [Online]. Available: <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ff648636.aspx>. [Accessed: 12-Jan- 2016]

[4] J. Terceiro. "ESEI Coding Dojo, pentesting ~ El mundo en bits", [En línea]. Disponible en: <http://www.elmundoenbits.com/2012/02/esei-coding-dojo-pentesting.html#.WSNV5dyeW1t>. [Accedido: 12-feb- 2016]

[5] "Types of Penetration Testing", [Online]. Available: [https://www.tutorialspoint.com/penetration\\_testing/types\\_of\\_penetration\\_testing.htm](https://www.tutorialspoint.com/penetration_testing/types_of_penetration_testing.htm) [Accessed: 12-Jan- 2016]

[6] "Metodologías más usadas en pentesting. Estudio comparativo", [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/98081446/Metodologias-mas-usadas-en-pentesting-Estudio-comparativo>. [Accedido: 19 -feb- 2016]

[7] R. Caire, "5 Herramientas útiles en Penetration Testing para Aplicaciones Web", seguridad y ética, 2012. [En línea]. Disponible en <https://seguridadetica.wordpress.com/2012/04/11/5-heramientas-utiles-en-penetration-testing-para-aplicaciones-web/>. [Accedido: 22-feb- 2016]

[8] A.R. Plata, "Ethical Hacking | Documentos - CSI -", [En línea]. Disponible en: <https://www.seguridad.unam.mx/historico/documento/index.html-id=7>. [Accedido: 23 -may- 2017]

[9] "What is Kali Linux ?. Kali Linux", [Online]. Available: <http://docs.kali.org/introduction/what-is-kali-linux>. [Accessed: 21-Feb- 2016]



www.itca.edu.sv



Conoce más sobre ITCA escaneando el código QR con tu celular.

## ESTUDIA UNA PROFESIÓN INTEGRAL

**AL ESTUDIAR EN ITCA OBTIENES:**

- Título profesional en 2 años (Carreras técnicas)
- Becas y Excelencia Académica
- Formación Práctica en Empresas
- Certificaciones Nacionales e Internacionales
- Colocación Laboral y Formación en Emprendimiento
- Talleres y Laboratorios Especializados y de Alta Tecnología
- Modernos Campus ubicados a Nivel Nacional
- Ampla oferta académica de 23 carreras técnicas y 4 ingenierías

• SEDE CENTRAL SANTA TECLA (503) 2132 7400  
 • REGIONAL SANTA ANA (503) 2440-4348  
 • REGIONAL ZACATECOLUCA (503) 2334-0763  
 • REGIONAL SAN MIGUEL (503) 2669-2298  
 • REGIONAL LA UNIÓN (503) 2668 4700.

ITCA - FEPADE (Sitio Oficial)  
 @ITCAfepade




# INFORMÁTICA FORENSE: CUANDO EL DELITO HACE USO DE LA TECNOLOGÍA

**Carlos Edgardo López Grande**

Ingeniero en Sistemas y Computación. Docente de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Sede Central. E-mail: carlos.lopez@itca.edu.sv

**Ricardo Salvador Guadron Gutiérrez**

Ingeniero Electricista. Director de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Sede Central. E-mail: rguadron@itca.edu.sv

## Resumen

El crimen ha evolucionado a la misma velocidad que la tecnología. El fraude, el engaño e incluso la violación y el asesinato pueden ser cometidos usando la tecnología. Es necesario que la evidencia digital considerada en los procedimientos judiciales para resolver muchos de estos casos considerados insolubles.

## Palabras clave

Protección de datos, inteligencia artificial, aplicación informática, legislación de las comunicaciones, derecho a la privacidad, derecho de la informática, cibernética.

## Abstract

Crime has evolved at the same speed as technology. Fraud, deception and even rape and murder can be committed using technology. It is necessary that digital evidence can be considered in court proceedings to resolve many of these cases considered unsolvable.

## Keywords

Data protection, artificial intelligence, computing application, communications legislation, right to privacy, computer law, cybernetics.

## Introducción

El 10 de enero de 2007 en un apartamento de la calle Güemes 2280 en Florida, ciudad de Buenos Aires, encontraron el cuerpo sin vida de Solange Grabenheimer, con cuatro puñaladas en su cuello y con señales de estrangulamiento. La principal sospechosa del asesinato: su amiga y compañera de cuarto Lucila Frend. [1]



Figura 1 – Lucila Frend (a la izquierda) junto a Solange Grabenheimer

En la autopsia que se le hizo al cuerpo de Solange en la escena del crimen se le extrajo el "humor vítreo", un líquido que se encuentra en el globo ocular y el que, al realizarle un análisis de potasio, permite obtener datos ciertos sobre el tiempo de la muerte.

Uno de los forenses del caso mencionó que **el líquido extraído de la víctima se contaminó** porque dio como resultado 77 horas de muerte, es decir, dio que Solange estaba muerta cuando todavía estaba viva. Otros resultados arrojaron que el asesinato sucedió entre las 5 a.m. (cuando Lucila estaba en casa) y las 5 p.m. (cuando Lucila no estaba en casa) y otro estudio realizado dio como resultado que la víctima falleció entre las 7 am y 1 pm. Nunca se tuvo intervalo de tiempo certero para la muerte de Solange.

¿Por qué se contaminó el humor vítreo? Porque la aguja tocó otros tejidos del ojo debido a la **inexperiencia de quien tomó la muestra**; además, **no tomaron la temperatura del cuerpo** porque al levantar las evidencias se fijaron que **no llevaban consigo el termómetro indicado. La coartada de Lucila comenzó a tomar más fuerza** y casi 7 años después, en noviembre de 2013, **fue absuelta definitivamente de los cargos y el caso quedó sin resolver.**

Como este, existen muchos casos que no logran ser resueltos por malos procedimientos al momento de levantar evidencias de una escena del crimen. La falta de experiencia, el no contar con las herramientas adecuadas o incluso

Recibido: 27/03/2017 - Aceptado: 11/06/2017

hasta el desconocimiento pueden llevar a que el análisis forense tenga vacíos y se puedan perder casos como el de Solange y que los culpables queden libres o que los inocentes cumplan condenas que no merecen.

El mundo digital no está exento de este tipo de escenarios delictivos, entre ellos el uso de informática para realizar una estafa, obtener credenciales de cuentas bancarias, enviar amenazas (intentando quedar en el anonimato), robo de datos a una empresa o persona, acceso indebido a la información de la compañía, daños a sitios web, violaciones a la confidencialidad y secretos de una organización. Así como en el mundo real existe un procedimiento forense para esclarecer los hechos y encontrar a los responsables, en la informática también podemos hacer uso de la Informática Forense.

Según el Buró Federal de Investigaciones (FBI, por sus siglas en inglés), la Informática Forense es la ciencia que se encarga de adquirir, preservar, analizar y presentar los datos que han sido procesados electrónicamente y almacenados en medios electrónicos aplicando técnicas científicas y analíticas utilizando hardware y software especializado para realizar la tarea. [2]

La aplicación de estas técnicas a través de procesos técnicos y científicos, permite presentar datos válidos dentro de un proceso legal a partir de la reconstrucción de un bien informático, el examen de datos residuales, la autenticación de datos y la recuperación de información, entre otras actividades relacionadas puntualmente a cada delito informático, con el objetivo de alcanzar:

- La compensación de los daños causados por el delito.
- La persecución y procesamiento judicial de los criminales, en base a las leyes de cada país en el que se haya realizado el delito informático.
- La creación y aplicación de medidas para prevenir más casos similares. Es necesario aclarar en este punto que la Informática Forense no es una ciencia de prevención; se aplica una vez el delito ha sido cometido, pero puede ofrecer insumos que permitan evitar delitos similares en el futuro.

## Principios de la Informática Forense

A principio de los años 90, el FBI observó que, así como la identificación del ADN es un elemento de prueba poderoso en el combate contra el crimen, las pruebas o evidencias digitales también podrían serlo, creando así la unidad CART (Análisis Computacional y Equipo de Respuesta, por sus siglas en inglés) encargada de dar

soporte al FBI en las investigaciones y exámenes forenses de las evidencias digitales.

A finales de los 90, se creó la IOCE (Organización Internacional de Evidencia Computacional, por sus siglas en inglés) con el objetivo de compartir información sobre las prácticas de Informática Forense en todo el mundo.

En marzo de 1998, se le encargó a la IOCE el desarrollo de una serie de principios aplicables a los procedimientos para actuaciones relacionadas a las pruebas digitales, la armonización de métodos y procedimientos entre las naciones que garantizan en la fiabilidad en el uso de las pruebas digitales recogidas por un estado para que fueran utilizadas en los tribunales de justicia de otro estado. Después de dos años, el G8 aprobó un conjunto de principios básicos aplicables a las evidencias digitales [3]:

- Al manipular evidencias digitales deben aplicarse todos los procedimientos generales y técnicas forenses con el objetivo de proteger los intereses de todas las partes.
- Las acciones que se realicen sobre las evidencias digitales no deben alterar por ningún motivo la evidencia digital. Si se requiere realizar una prueba que altere la evidencia, debe documentarse el procedimiento.
- Toda persona que manipule una evidencia digital debe ser formada para ese propósito. Aunque se realice una copia de la evidencia para actuar sobre dicha copia, algunos casos requerirán que se actúe sobre la evidencia original y deberá hacerlo una persona preparada para ello.
- Toda actividad relacionada a la evidencia digital: recogida, acceso, almacenamiento o transferencia, debe ser completamente documentada, conservada y estar disponible para su estudio.
- Mientras una persona esté a cargo de una evidencia digital, es la única responsable de todas las acciones tomadas sobre ella.

Las instituciones autorizadas para recoger y manipular pruebas digitales deben velar por el cumplimiento de estos principios, que servirán como marco de referencia y apoyarán los procedimientos de actuación que se desarrollen en dichas instituciones.

Todas las técnicas que se utilicen en la recolección y análisis de las evidencias digitales deben respaldarse en una buena metodología científica y documentarse bajo un protocolo de actuación que permita recoger los aspectos técnicos informáticos y legales de la peculiaridad forense.

Una premisa fundamental en la Ciencia Forense, que puede aplicar también a la Informática Forense, es el Principio de Transferencia de Locard [4], que permite relacionar a un criminal con el delito que ha cometido. Suele expresarse de la siguiente manera: "Siempre que dos objetos entran en contacto transfieren parte del material que incorporan al otro objeto"; por ejemplo, si en el mundo físico se rompe un cristal con la mano, entonces en la mano pueden quedar residuos del cristal y en el cristal pueden quedar rastros de sangre. Si se pisa el césped, puede quedar césped en el zapato y puede quedar una huella en el césped. Si aplicamos este principio al mundo digital, una conexión SSH indebida puede dejar logs que pueden ser visualizados posteriormente; un ataque con exploits podría dejar un MD5 único de un "único" atacante.

## Fases de la Informática Forense

Basado en el concepto de Informática Forense del FBI, existen 4 fases principales en el proceso; sin embargo, se puede agregar una fase previa, tal como se observa en la Figura 2.

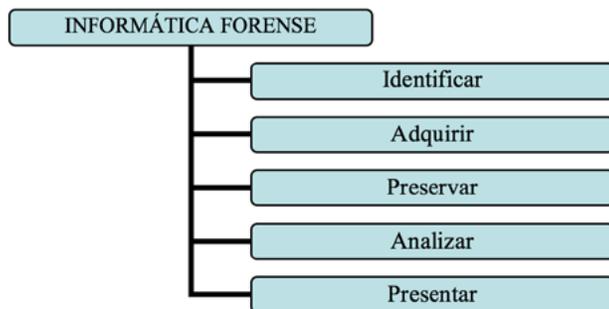


Figura 2 – Fases de la Informática Forense

### A. Identificar

Una vez que el delito ha sido cometido, debe iniciarse una identificación que consiste en el conocimiento y la comprobación del hecho delictivo; por lo general se realiza con una evaluación de los recursos, alcances y objetivos para realizar la investigación, que debe ser hecha por un equipo de trabajo idóneo al que se le definirán sus límites, funciones y responsabilidades. Además, debe hacerse una investigación preliminar que permita describir la situación actual, los hechos, las partes afectadas, los posibles sospechosos, la infraestructura que ha sido afectada o vulnerada para lograr una mayor comprensión de la situación y definir un curso de acción de acuerdo a ella.

Por otra parte, deben reconocerse los elementos informáticos involucrados en el delito, tales como servidores, computadoras de escritorio, dispositivos móviles, switches, routers, firewalls. También deben identificarse dispositivos de almacenamiento que se consideren comprometidos

y que puedan servir como evidencia, por ejemplo discos duros internos y externos, memorias flash extraíbles, entre otros.

Es importante asegurar la escena del hecho delictivo, tanto física como digitalmente. Al igual como se asegura la escena para que el ADN y las huellas digitales no se contaminen, así deben asegurarse los elementos electrónicos. La contaminación física puede alterar una evidencia digital, por ejemplo: la electricidad estática del cuerpo humano podría inhabilitar un circuito; los golpes en un disco duro podrían dejarlo inaccesible; un imán cerca de un dispositivo electrónico puede alterar los datos almacenados en el mismo, entre otros.

En todo procedimiento forense informático es necesaria la aplicación de la Cadena de Custodia, que no es más que un conjunto de pasos o procedimientos que ayudan a preservar la prueba digital para que posteriormente pueda ser utilizada como evidencia digital en un proceso judicial. No existe un estándar reconocido mundialmente para la Cadena de Custodia, pero existen algunos procedimientos que pueden utilizarse para manipular las pruebas digitales.

La Cadena de Custodia [5] debe reducir lo más que se pueda la cantidad de agentes implicados en el tratamiento de las evidencias. Además debe mantener la identidad de las personas implicadas desde que se obtienen hasta que se presentan las evidencias; debe garantizar la integridad de las evidencias en los traspasos entre agentes involucrados en el proceso. Para ello, se deben firmar los registros de tiempos de traspaso de evidencias y, en cada uno de ellos, el agente que corresponde es responsable de la evidencia. La Cadena de Custodia permitirá observar quién obtuvo la evidencia; dónde y cuándo la evidencia fue obtenida; quién protegió la evidencia y quién ha tenido acceso a la evidencia en todo el proceso de investigación.

Esta fase debe entregar como resultado un documento que permita definir un punto de partida para realizar la adquisición de datos, así como el aseguramiento de los dispositivos que se van a peritar.

### B. Adquirir

El grupo IETF (Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet, por sus siglas en inglés), conformado por gente que viene de proveedoras de servicios, fabricantes de equipos, investigadores, profesores, estudiantes, entre otros, desarrolló en el año 2002 el documento RFC 3227 [6] con los lineamientos necesarios para la recolección y archivamiento de las

evidencias digitales. Si bien es cierto, esta RFC no es de cumplimiento obligatorio, la mayoría de lineamientos son aplicables a los procedimientos de Informática Forense, y pueden servir para reforzar otros procedimientos que los propios forenses sigan. Aún, considerando que en el año 2002 la tecnología no estaba tan avanzada como hoy, el RFC 3227 sigue teniendo la misma vigencia para esos casos.

Entre los lineamientos cubiertos por la RFC tenemos los siguientes:

- Minimizar los cambios de los datos que se están recolectando; de existir cambios, estos deben ser registrados debidamente.
- Verificar la diferencia entre la hora local y la de los sistemas comprometidos.
- Cuando en la escena del crimen se tenga que decidir entre recolectar la evidencia o analizarla, se debe recolectar primero y analizar después.
- Proceder en el orden de volatilidad. Del elemento más volátil al menos volátil. El siguiente es un ejemplo del orden que debería seguirse según la volatilidad:

- Registros y memorias caché.
- Tablas de ruteo, caché del ARP, tabla de procesos, estadísticas del kernel, memoria.
- Archivos temporales del sistema.
- Disco físico.
- Inicios de sesión remotos y monitoreo de información relevante al caso.
- Configuración física, topología de red.
- Almacenar el medio.

Considerando que la destrucción de las evidencias digitales es realmente fácil, el RFC 3227 [6], contiene las siguientes recomendaciones:

- No apagar el equipo hasta que se haya terminado de recolectar toda la evidencia. Puede perderse mucha evidencia y el atacante pudo haber alterado el inicio o apagado del sistema para destruir la evidencia.
- No utilizar los programas del sistema para recolectar evidencias, debido a que no son confiables al haber sido comprometidos. Debe utilizar sus propias herramientas de software para recolectarla.
- No utilizar programas que modifiquen las fechas y horas de acceso a los archivos del sistema.
- No desconectar los equipos de la red hasta recolectar toda la evidencia, ya que la simple desconexión del equipo podría activar un proceso que identifique

la desconexión y borre automáticamente la información del equipo.

Por otra parte, el RFC 3227 [6] tiene consideraciones de privacidad con respecto al levantamiento de evidencias digitales:

- Respetar los lineamientos y reglas de privacidad dictadas por la organización y por las leyes del país o ciudad donde se realizó el delito. Considerando que debe asegurarse que nadie que no esté autorizado tenga acceso a información que pueda ser recogida como evidencia, como por ejemplo archivos de logs; en ellos puede encontrarse los patrones del ataque realizado.
- No hacer intrusión en la privacidad de las personas sin tener una justificación de peso que lo respalde. Particularmente, no recolectar información de áreas en las que normalmente no se tiene una razón para accederlos, como, por ejemplo, los archivos personales del usuario, a menos que se tengan indicios suficientes y comprobables que sugieran que allí hay información relacionada al delito cometido.

- Asegurarse de tener el respaldo de los procedimientos de la organización correspondientes a la recolección de evidencias digitales de un incidente o delito.

Estas medidas, adicionando otras que el forense o la organización estimen convenientes en el proceso, permitirán que la evidencia cumpla con las siguientes características para que sea tomada en cuenta como evidencia válida:

- **Admisible:** debe estar conforme a las leyes (de cada país o ciudad) para que sea aceptada en una corte.
- **Auténtica:** esto permitirá relacionar la evidencia digital con el incidente o delito cometido.
- **Completa:** la evidencia debe respaldar la historia detrás del delito y no solamente una perspectiva del mismo.
- **Confiable:** no debe existir nada que haga dudar de la autenticidad y veracidad de la evidencia.
- **Creíble:** debe ser evidencia creíble y entendible para el juez de la corte en la que se utilizará.

Al momento de recoger las evidencias en la escena de delito, es necesario empaquetarlas adecuadamente para poder así garantizar su integridad sin dejar de poner atención a la Cadena de Custodia. Estas acciones son fundamentales debido a la gran cantidad de

situaciones y evidencias digitales que pueden encontrarse.

### C. Preservar

Una vez que se ha recogido la evidencia se recomienda fotografiar el equipo sin desmontar con el número de serie visible; fotografiar el equipo ya desmontado siempre mostrando el número de serie para que coincidan al momento de realizar una comparación. Debe fotografiarse además la configuración de conexiones internas del equipo, dejando constancia de todo esto en el respectivo informe y respetando los principios de la Cadena de Custodia.

Si la principal evidencia es el disco duro del equipo, es necesario que no sea alterada, tal y como se ha mencionado anteriormente. Por lo tanto, debe hacerse una o varias copias del elemento incautado para evitar que la evidencia original sea modificada. La copia es íntegra del dispositivo, es decir, bit a bit. Una vez la copia se ha realizado exitosamente, debe asegurarse la evidencia original con algún dispositivo que no permita la escritura en el disco.

La copia realizada deberá firmarse con un hash de MD5 o SHA1 generando así un segundo original a partir del cual se realizarán las demás copias que irán siendo analizadas en el proceso; a estas copias debe generársele un MD5 para comprobar que no han sido alteradas y son iguales al original. Es necesario documentar toda la evidencia incluyendo un documento para su embalaje, en donde se describan todas las características, como, por ejemplo: el fabricante, el número de serie, el estado físico, la capacidad de almacenamiento, entre otros.

Se recomienda fotografiar el disco duro original más los medios en los que se realizó la copia y documentarse con fecha y hora para hacer constar la entrega del original y las copias. Deben resguardarse en un lugar seguro y libre de ondas electromagnéticas que afecten la evidencia. A partir de este momento, es recomendable que cada vez que se vaya a hacer uso de alguna evidencia recolectada, sea con la supervisión de un testigo de confianza que haga constar que se han utilizado las copias y que no han sido alteradas. Es opcional y recomendable también, que todo el proceso descrito anteriormente esté acompañado de un testigo que pueda dar fe de que al momento de recolectar la evidencia, hacer las copias y resguardarlas, no se hizo nada que afecte o corrompa el proceso de análisis.

### D. Análisis

Al tener completa la recolección de la evidencia digital

necesaria para la solución del caso, el análisis de éstas debe realizarse en una red aislada con equipos que estén preparados para tal fin. Existen diferentes soluciones de hardware y software que permitirán realizar el análisis forense, tanto de paga como de código abierto. Dependerá del forense y el entorno de trabajo para decidir las herramientas a utilizar para el análisis de las evidencias.

Dependiendo del tipo de escenario, así sería la aplicación de la Informática Forense; cuando está implicado el uso de un sistema informático o una evidencia digital, pero, que el crimen que se haya cometido pueda ser de distinta índole, como el robo de información, el fraude, delitos de propiedad intelectual, entre otros, entonces se aplica **Computer Forensics**. Si en cambio, la investigación está destinada a ataques o comportamientos sospechosos directamente a sistemas informáticos tales como intrusiones, ataques de DoS, entre otros, entonces la Informática Forense se aplica como **Intrusion Forensics**. [7]

El análisis de las evidencias digitales puede realizarse en dos modos:

**Análisis Post-mortem:** cuando la evidencia se analiza con un equipo dedicado especialmente a la Informática Forense. Se encuentra generalmente en un laboratorio y cuenta con las características de hardware y las herramientas de software necesarias para el análisis.

**Análisis en Caliente:** no es recomendable, pero si no existe otra opción, el análisis se realiza en el equipo que se presume fue violentado o que ha sufrido algún incidente de seguridad. Para este caso se recomienda utilizar un medio de almacenamiento que contenga diferentes herramientas de análisis forense compiladas de tal forma que no modifiquen en ninguna manera el sistema comprometido. Luego de terminar el análisis en caliente, debe realizarse el análisis post-mortem.

Una de las primeras cosas que un forense informático debe plantearse a la hora de hacer el análisis de las evidencias, es el arsenal de herramientas con las que cuenta en el laboratorio. Como anteriormente se mencionó, existen diferentes soluciones de pago y gratuitas para este fin. A continuación, se detallarán 3 distribuciones gratuitas de Linux que contienen sets de herramientas útiles al momento de realizar el **Análisis Forense**:

**Kali Linux 2016.1 [8]:** distribución más reciente de Linux conocida por ser utilizada en la mayoría de los casos por la cantidad de herramientas de hacking que contiene.

Bajo ese mismo sentido, esta distribución posee una caja de herramientas relativamente pequeña para realizar análisis forense de evidencias digitales. Incluso, puede ser utilizada para un Análisis en Caliente, debido a que tiene una opción de arranque en "Modo Forense", tal y como vemos en la Figura 3. Este modo permite iniciar el equipo comprometido sin montar automáticamente las unidades de almacenamiento internas y externas que puedan modificar en alguna medida la información contenida en ellos.



Figura 3 – Opciones de arranque de Kali Linux 2016.1

### CAINE 7 (Computer Aided Investigative Environment)

[9]: Como se muestra en la Figura 4, CAINE es una distribución de Linux creada por desarrolladores italianos basada en Ubuntu 14.04 y liberada en el 2015 para arquitecturas de 64 bits. Permite bloquear los dispositivos de almacenamiento y ponerlos como en modo lectura haciendo uso de una de las herramientas que posee la distribución. Posee un entorno de trabajo amigable que acompaña al forense desde el momento en el que se adquiere la evidencia hasta que se entrega el reporte a las autoridades. Posee una aplicación llamada Systemback que permite volver atrás como cuando se hace un punto de restauración. Además de poder ser utilizado como LiveCD. Posee herramientas especializadas en la copia de imágenes íntegras de dispositivos de almacenamiento, para recuperar ficheros y carpetas borrados previamente y otras como para recuperar imágenes o fotos que han sido eliminadas del sistema.



Figura 4 – Interfaz de usuario de CAINE 7

**SIFT (SANS Investigative Forensic Toolkit)** [10]: basado en Ubuntu, es una plataforma que ofrece al investigador una serie de herramientas para realizar una investigación detallada de la evidencia digital. Soporta los diferentes sistemas de archivos de los sistemas operativos actuales, además de contener aplicaciones que ayudan a crear imágenes íntegras de los dispositivos de almacenamiento, recuperación de archivos, documentos e imágenes, herramientas para examinar logs de diferentes dispositivos, entre otros. Una de las ventajas de SIFT es que a partir de cualquier distribución de Linux puede generarse este set de herramientas forense haciendo la instalación de los paquetes necesarios para el mismo. Además, cuenta con una gran cantidad de manuales y guías que ayudarán a los que se encuentran comenzando en el ámbito de la Informática Forense para que sepan utilizar las distintas herramientas, tal como se ve en la Figura 5.



Figura 5 – Entorno de trabajo de SIFT

El objetivo de éstas y otras distribuciones o herramientas de software es la de poder acompañar a cada parte del proceso de Informática Forense. La flexibilidad y personalización que permiten estas distribuciones hará que el investigador pueda agregar o eliminar las herramientas que considere necesarias en su metodología de investigación. Pudiendo generar así, resultados que podrán ser presentados en un proceso judicial.

### E. Presentar

A lo largo del proceso de la aplicación de la Informática Forense se ha mencionado muchas veces la documentación que es una parte importante del proceso porque al final, permitirá presentar por escrito de forma exacta, comprensible, clara y completa, los pasos que se llevaron a cabo en el análisis, los hallazgos realizados y la interpretación de los mismos para poder ofrecer una conclusión para cada uno de ellos. Debido a que, en la mayoría de los casos, el documento se presenta a instancias que no tienen los conocimientos técnicos suficientes sobre la materia, éste debe ser escrito en una forma fácil y entendible sin dejar vacíos.

Por lo general se recomienda la presentación de dos

documentos: un **Informe Ejecutivo** que muestre los rasgos más importantes de forma resumida y ponderando por criticidad en la investigación sin entrar en detalles técnicos. Este informe debe ser muy claro, certero y conciso, dejando afuera cualquier cuestión que genere algún tipo

de duda. El segundo documento, un **Informe Técnico**, es una exposición que nos detalla en mayor grado y precisión todo el análisis realizado, resaltando técnicas y resultados encontrados, poniendo énfasis en modo de observación y dejando de lado las opiniones personales.

## Conclusiones

Después de conocer un poco sobre la Informática Forense, es necesario reconocer que existen varias dificultades para su correcta aplicación, que van desde la preparación académica y técnica de los especialistas, hasta las legislaciones de cada país y la forma en la que se manejan y aportan las evidencias digitales a cada uno de los casos. Pero, además de dificultades, se convierten en un reto para todos los involucrados en el proceso: legisladores, jueces, investigadores, especialistas informáticos.

Todas las disciplinas forenses evolucionan con el paso

del tiempo a partir de nuevos hallazgos, se desarrollan nuevas metodologías científicas y se mejoran las técnicas de aplicación con el objetivo de favorecer el trabajo del investigador y al análisis que los especialistas forenses realizan día con día. El ámbito informático no se queda atrás, debido a que este campo sufre cambios a diario, lo que implica mayor preparación.

Muchos casos que en la actualidad aparentan no tener solución, posiblemente la tengan, porque ahora el crimen hace uso de la tecnología dejando evidencias que la Informática Forense será capaz de rastrear.

## Referencias

- [1] S. Amaya, "Caso Solange: qué podría llegar a condenar o absolver a Lucila Frened", La Nación, 4 July 2011, [En línea]. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1386331-caso-solange-que-podria-llegar-a-condenar-o-absolver-a-lucila-frened> [Accedido: 10 -feb- 2016]
- [2] M. G. Noblett y M. M. Pollit, «FBI,» FBI, October 2000. [Online]. Available: <https://www.fbi.gov/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/oct2000/index.htm/computer.htm> [Accessed: 10 Feb. 2016]
- [3] "Digital Evidence: standards and principles", Forensic Science Communications, FBI, apr. 2000. [Online]. Available: <https://www.fbi.gov/about-us/lab/forensic-science-communications/fsc/april2000/swgde.htm>. [Accessed: 10 -Feb-2016]
- [4] L. F. Hombreiro Noriega, "El ADN de Locard, genética forense y criminalista", Madrid: Reus, 2013, pp. 13-17.
- [5]. Argentina. Sistema Argentino de Información Jurídica, Infojus. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Presidencia de la Nación. "Manual de procedimiento para la preservación del lugar del hecho y la escena del crimen : Programa Nacional de Criminalística", [En línea]. Argentina : Ministerio de Justicia y Derechos Humanos: Presidencia de la Nación, 2015. Disponible en: <http://www.mpf.gob.ar/capacitacion/files/2015/07/Manual-Criminalistica.pdf>. [Accedido: 10 -feb- 2016]
- [6] D. Brezinski y T. Killalea, "Guidelines for Evidence Collection and Archiving", Feb. 2002. [Online]. Available: <https://www.ietf.org/rfc/rfc3227.txt>. [Accessed: 4 -Mar- 2016]
- [7] G. Mohay [et al.] "Computer and Intrusion Forensics.pdf", George Mohay... [et al.]. Artech House, 2001. [Online]. Available: [https://doc.lagout.org/network/1\\_Security/Computer%20and%20Intrusion%20Forensics.pdf](https://doc.lagout.org/network/1_Security/Computer%20and%20Intrusion%20Forensics.pdf). [Accessed: 5 -Mar- 2016]
- [8] Muts. "Kali Linux, Rolling Edition Released - 2016", Article, 21 January 2016. [Online] Available: <https://www.kali.org/news/kali-linux-rolling-edition-2016-1/>. [Accessed: 6 -Mar- 2016]
- [9] "CAINE Live USB/DVD : computer forensics digital forensics", 2015. [Online]. Available: <http://www.caine-live.net/>. [Accessed: 5 -Jun- 2016]
- [10] Digital Forensics and Incident Response, DFIR - SANS, "Investigative Forensic Toolkit (SIFT)" : Workstation Versión 3", 2015. [Online]. Available: <https://digital-forensics.sans.org/community/downloads> [Accessed: 12 -Mar- 2016]

# INCIDENCIA DE PARÁSITOS Y BACTERIAS DEL GENERO VIBRIO EN EL CULTIVO DE CAMARÓN MARINO DESARROLLADOS EN COOPERATIVAS CAMARONERAS DEL MUNICIPIO DE JIQUILISCO, DEPARTAMENTO DE USULUTÁN

**Claudia Marisol Orellana de Granados**

Licenciada en Biología. Docente investigadora. Escuela de Ciencias del Mar. ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión. E-mail: claudia.orellana@itca.edu.sv

**Oscar Antonio Ayala Mestanza**

Técnico en Pesquería. Docente de la Escuela de Ciencias del Mar. ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión. E-mail: oscar.mestanza@itca.edu.sv

## Resumen

En El Salvador el 59.3% del camarón marino de la especie *Litopenaeus vannamei* se produce en la Bahía de Jiquilisco, departamento de Usulután, el cultivo tiene una duración de 60 a 90 días y el peso de cosecha oscila entre 7 y 12 gramos. El bajo crecimiento y las altas mortalidades son problemas que preocupan a este sector productivo. Por esta razón la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE a través de la carrera de Gestión Integral de Recursos Marino Costeros, desarrolló una investigación aplicada orientada a identificar la existencia de parásitos y bacterias del género *Vibrio* en los cultivos de camarón marino que se desarrollan en la zona de Salinas del Potrero y El Zompopero, así como evaluar su incidencia en el cultivo. Con la investigación se detectó la presencia de cinco géneros de parásitos que están presentes en branquias, intestinos y urópodos en el cultivo de camarón marino en grado 1 y 2; ambas categorías se consideran las etapas iniciales de propagación de los parásitos. También se evidenció a través del análisis bacteriológico en el medio de cultivo TCBS, la presencia de bacterias del género *Vibrio* en agua, sedimento y camarón. Se detectó que este tipo de bacterias forman parte de la ecología bacteriana de los estanques camaroneros. A pesar de que la producción de camarón marino fue satisfactoria en ambas cooperativas, se identificaron 3 causas que incidieron en la mortalidad del camarón en los primeros 30 días de cultivo: calidad del agua; el primer recambio de agua en ambas cooperativas se realizó entre los 25 y 30 días de cultivo. Presencia de parásitos que se alojan principalmente en las branquias y en el exoesqueleto de los camarones. Suelos potencialmente ácidos, con una carga alta de bacterias del género *Vibrio*.

## Abstract

In El Salvador, 59.3% of the marine shrimp of the *Litopenaeus vannamei* species is produced in Bahía de Jiquilisco, Usulután department, the farming lasts from 60 to 90 days and the crop weight ranges from 7 to 12 grams. Low growth and high mortality rates are difficulties that concern this productive sector. For this reason, the Engineering Specialized School ITCA-FEPADE, through the support of the career of Integral Management of Coastal Marine Resources, developed an applied research aimed to identifying the existence of parasites and bacteria of the genus *Vibrio* in the marine shrimp farms that are growth in the area of Salinas del Potrero and El Zompopero, as well as to evaluate its incidence in the crop. With the investigation the presence of five genera of parasites that are present in gills, intestines and urópodos in the marine shrimp crop were detected with a level of 1 and 2 degrees; Both categories are considered to be the initial stages of propagation from this parasites. It was also evidenced the presence of bacteria of the genus *Vibrio* in water, sediment and shrimp through the bacteriological analysis conducted at TCBS farm medium. It was detected that this type of bacteria makes up part of the bacterial ecology of the shrimp ponds. Although shrimp production was satisfactory in both cooperatives, three causes were identified that affected shrimp mortality in the first 30 days of farming: water quality; The first water change in both cooperatives was carried out between 25 to 30 days of farming. Presence of parasites that are mainly lodged in the gills and inside of the exoskeleton of the shrimp. Potentially acidic soils, with a high bacterial load of the genus *Vibrio*.

## Palabras clave

Cultivo de camarón – El Salvador, *Litopenaeus vannamei*, acuicultura, Bahía de Jiquilisco.

## Keywords

Shrimp farming - El Salvador, *Litopenaeus vannamei*, aquaculture, Bahía de Jiquilisco.

## Introducción

La pérdida del equilibrio de la microflora bacteriana en los estanques camaroneros contribuye al desarrollo de comunidades específicas de bacterias que pueden causar serios problemas patológicos en los cultivos acuícolas; como es el caso de las bacterias del género *Vibrio* sp. que han generado grandes pérdidas económicas en el cultivo de camarón marino, reportándose mortalidades de hasta el 100% de las producciones afectadas. [1] [2]

El proceso infeccioso se presenta cuando las bacterias logran entrar al interior del organismo. Una de las rutas naturales para ello, es a través del intestino medio y se extiende a los demás órganos vía hemolinfa, causando inicialmente lesiones tales como hepatopáncreas edémico y un alto grado de vacuolización de las células epiteliales de este órgano [3]. El proceso infeccioso avanza dando lugar a infecciones generalizadas, involucrando cutícula, hepatopáncreas, órgano linfoide, glándula antenal, corazón, hemolinfa y músculos [4].

Este tipo de enfermedades presentes en los cultivos de camarón marino, pueden ser progresivas hasta el grado de ocasionar el 50% de mortalidad en el cultivo, si no se detectan a tiempo y si no se identifican las causas que están originando este desequilibrio en el ecosistema.

En El Salvador la industria camaronera no es ajena a la mortalidad que se percibe en sus granjas, indistintamente en los meses del año en los que se desarrollan. Por tal razón, se llevó a cabo una investigación aplicada, cuyo diagnóstico permitió identificar la presencia de parásitos y bacterias del género *Vibrio* y su incidencia en el cultivo de camarón marino. Para la fase de campo en las cooperativas La Carranza y Fauna Silvestre, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Realizar análisis bacteriológicos de camarón, agua y sedimento, para identificar la presencia de bacterias del género *Vibrio* y su incidencia en el cultivo de camarón.
2. Realizar muestreos en los cultivos de camarón de las cooperativas la Carranza y Fauna Silvestre para la detección de parásitos que afectan el cultivo.

3. Determinar los porcentajes de mortalidad obtenidos en un ciclo productivo y establecer las causas.

## Metología

### Ubicación y Descripción del Área de Estudio

La investigación se realizó en los meses de junio a septiembre de 2016, durante el segundo ciclo de cultivo de camarón marino que se desarrolló en dos cooperativas de la Bahía de Jiquilisco, La Carranza que se ubica en la comunidad San Hilario, a 13°18'44.00'' N y 88° 38' 37.47'' O y se encuentra a 8 metros sobre el nivel del mar; la cooperativa Fauna Silvestre que pertenece al sector camaronero de Salinas del Potrero está ubicada a 13°17'46.45'' N y 88° 40' 16.88'' O y a una elevación de 2 metros sobre el nivel del mar.



Ubicación de cooperativas

### Fase de campo

**Fase 1.** Toma de muestras de camarón, sedimento y agua. Luego fueron trasladadas y analizadas en el Laboratorio de Microbiología de ITCA-FEPADE MEGATEC La Unión.

**Fase 2.** Procesamiento de las muestras de camarón. Se utilizó la técnica de Análisis en Fresco empleando Microscopía Directa para analizar tejidos de camarón, branquias, intestino y urópodos.

**Fase 3.** Análisis Bacteriológicos de camarón (Hemolinfa y hepatopáncreas), agua y sedimento. Se utilizó el vertido en placa de medio de cultivo TCBS y *Pseudomonas cetrinimide*.

## Resultados

### Objetivo 1. Análisis Bacteriológico de Camarón, Sedimento y Agua

#### Análisis de camarón

Se realizó un total de 165 análisis de camarón, de los cuales 35 fueron de hemolinfa y 130 de hepatopáncreas. El medio de cultivo utilizado para realizar los análisis bacteriológicos fue TCBS. Los análisis de hemolinfa y hepatopáncreas evidenciaron el crecimiento de bacterias del género *Vibrio* en un rango que osciló entre  $5.0 \times 10^1$  y  $1.10 \times 10^3$  UFC/ml de muestra inoculada.

#### Análisis de sedimento

Se analizó un total de diez muestras de sedimento; cinco de cooperativa Fauna Silvestre y cinco de cooperativa La Carranza; a las muestra se les realizó prueba para determinar el PH y análisis bacteriológico en medio de cultivo TCBS y *Pseudomona* cetrimide. La prueba de PH permitió identificar que los estanques presentan suelos potencialmente ácidos, con valores promedio de PH entre 7.4 y 7.6. Los análisis bacteriológicos evidenciaron la presencia de bacterias del género *Vibrio*, el cual se manifestó con el crecimiento de colonias amarillas y verdes en medio de cultivo TCBS. Respecto al crecimiento de colonias amarillas se obtuvo un crecimiento mínimo 8,000 UFC/gr y un máximo de 70,000 UFC/gr. Respecto al crecimiento de colonias verdes, el rango osciló entre 21,000 y 460,000 UFC/gr, rango catalogado como alto en el cultivo de camarón. Los análisis efectuados en medio de cultivo *Pseudomona* cetrimide, evidenciaron un bajo crecimiento de bacterias del género *Pseudomona* ya que reportó un crecimiento menor a 30,000 UFC/gr.

#### Análisis de agua

Se analizaron 12 muestras de agua, seis de cooperativa Fauna Silvestre y seis de cooperativa La Carranza; las muestras de agua se recolectaron en el estanque y en la fuente de agua de cada cooperativa y se utilizaron los medios de cultivo TCBS y *Pseudomona* cetrimide.

Los análisis realizados en cooperativa la Carranza y su fuente de abastecimiento reflejaron un bajo crecimiento de bacterias del género *Vibrio*, puesto que los valores para las colonias amarillas fueron de 100 UFC/ml y para las colonias verdes fue de 200 UFC/ml. En las diluciones 1/100 y 1/1000 no hubo crecimiento bacteriano. Por otra parte en el medio de cultivo *Pseudomona* cetrimide no hubo crecimiento de colonias de bacterias en las muestras de agua del estanque ni en la fuente, por lo que el resultado fue reflejado como no detectable.

Los análisis al agua del estanque y la fuente de la Cooperativa Fauna Silvestre, no presentaron crecimiento de bacterias del género *Vibrio*, ni de *Pseudomonas* en la dilución de 1/10, 1/100 y 1/1000, por lo que se reportó no detectable el resultado de bacterias.

### Objetivo 2. Análisis de Muestras de Camarón para la Detección de Parásitos

Se realizaron un total de 117 análisis de los cuales 39 fueron de branquias, 39 de intestino y 39 de urópodos. En la cooperativa La Carranza el 94.44% de las muestras presentó parásitos en branquias y urópodos; se identificaron 4 géneros: *Bodo* sp., *Epistylis* sp., *Zoothamnium* sp., y *Vorticella* sp. Los grados de afectación que predominaron fueron: grado 3 (10-15 organismos por lamela) y grado 4 (más de 15 organismos por lamela). En el intestino y ciego intestinal el 89% de las muestras presentó el parásito del género *Gregarina* en estado gametocisto; los grados de infestación fueron: grado 2 (16-50 organismos por intestino) y grado 4 (mayor a 100 organismos por intestino).

En la Cooperativa Fauna Silvestre se identificó la presencia de ectoparásitos. El 85% de las muestras presentó parásitos en branquias y urópodos; los géneros identificados fueron dos, *Epistylis* sp. y *Zoothamnium*. De acuerdo a los grados de afectación los que predominaron fueron: grado 1 (1-5 organismos por lamela) y grado 3 (10-15 organismos por lamela). En el intestino y ciego intestinal, el 89% de las muestras presentaron el parásito del género *Gregarina* sp., en estado gametocisto, con un grado de infestación catalogado como grado 2 (16-50 organismos por intestino).

### Objetivo 3. Determinar los Porcentajes de Mortalidad obtenidos en un Ciclo Productivo y Establecer las Causas

El ciclo de cultivo de camarón marino desarrollado en la cooperativa Fauna Silvestre, presentó una mortalidad del 8 % y La Carranza registró mortalidad de un 10%, tal como se refleja en la siguiente tabla.

**Producción de Camarón durante el II Ciclo de Cultivo en Cooperativas La Carranza y Fauna Silvestre**

Nombre/Cooperativa	La Carranza Estanque N° 2	Fauna Silvestre Estanque La Clínica
Tamaño del estanque en hectáreas	5	4
Cantidad de camarón sembrado/estanque	600,000	300,000
Cosecha de camarón en quintales	119	60
Cosecha de camarón en libras	11,900	6,000
Peso del camarón cosechado en gramos	12	10.5
Libras de camarón/ hectárea	2,380	1,500
Días de cultivo	100	75
% Mortalidad	10%	8%

En ambas cooperativas la mortalidad se presentó principalmente en los primeros 30 días de cultivo y se identificaron 3 causas:

1. Calidad del agua, el primer recambio de agua en ambas cooperativas se realizó entre los 25 y 30 días de cultivo.
2. Presencia de parásitos que se alojan principalmente en

las branquias y en el exoesqueleto de los camarones.

3. Suelos potencialmente ácidos con una carga alta de bacterias del género *Vibrio*.

## Conclusiones

**1-** La ruptura del equilibrio ecológico en un estanque acuícola, producto de la combinación de múltiples factores, tales como la acumulación de materia orgánica en los fondos de los estanques, suelos potencialmente ácidos, baja frecuencia de recambios de agua y las constantes variaciones de los parámetros fisicoquímicos, generan las condiciones para que haya un incremento de parásitos que pueden causar mortalidad del camarón, dado que se alojan en las branquias y el exoesqueleto. También incide en la proliferación de bacterias oportunistas del género *Vibrio*, que pueden llegar a estar presentes en el hepatopáncreas y en la hemolinfa del camarón y ocasionar mortalidad.

**2-** La identificación temprana de las fases iniciales de propagación de parásitos externos e internos, permitió a los productores de las cooperativas Fauna Silvestre y La Carranza tomar medidas para evitar el incremento

de parásitos y bacterias del género *Vibrio*, mejorando la calidad del agua con el uso de pro bióticos y el uso de cal en el alimento como tratamiento de gregarinas. Estas medidas adoptadas por los productores hicieron posible que la mortalidad en el cultivo fuera únicamente del 10% en cooperativa Fauna Silvestre y del 8% en cooperativa La Carranza.

**3-** Los análisis bacteriológicos en medio de cultivo TCBS efectuados a muestras de sedimento, agua y camarón colectadas en cooperativas Fauna Silvestre y La Carranza, evidenciaron la presencia de la bacteria del género *Vibrio* en los tres sustratos, agua, sedimento y camarón, por lo que se evidencia que este tipo de bacterias forman parte de la ecología bacteriana de los estanques camaroneros, situación que debe de considerarse para tomar acciones que prevengan el rompimiento del equilibrio bacteriano en el cultivo, ya que puede afectar la sobrevivencia del camarón marino.

## Recomendaciones

**1.** Con el propósito de identificar oportunamente las etapas iniciales de afectación por parásitos y prevenir altas mortalidades en el cultivo del camarón marino, es importante incluir monitoreos periódicos de Análisis en Fresco para evaluar el estado de salud y desarrollo del cultivo.

**2.** Con el propósito de mejorar el PH de los suelos, ya que los suelos ácidos son propicios para el incremento de bacterias del género *Vibrio*, es necesario realizar reposo sanitario en los estanques camaroneros al menos una vez al año.

**3.** Evaluar sistemáticamente el uso y efectividad de pro-

ductos químicos, como la cal y la monencina sódica, utilizados para el tratamiento de parásitos intestinales.

**4.** Incluir en futuras investigaciones pruebas bioquímicas que permitan identificar las especies del género *Vibrio* que están presentes en los estanques camaroneros; en esta investigación la caracterización únicamente se realizó desde el punto de vista morfológico (color, tamaño y forma).

**5.** Realizar estudios sobre los vectores del parásito del género Gregarina.

## Referencias

[1] E. J. Burge, D. J. Madigan, L.E. Burnett y K.G. Burnett, "Lysozyme gene expression by hemocytes of Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, after injection with *Vibrio*". *Fish & Shellfish Immunology*, vol. 22, no. 4, pp. 327-339, 2007 [On line]. doi:10.1016/j.fsi.2006.06.004. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050464806000969> [Accessed: 15 -Mar-2017]

[2] M.S. Morales Covarrubias, "Enfermedades bacterianas" en Guía técnica: patología e inmunología de ca-

marones peinados. CYTED, 2008, pp. 117-134 [En línea]. Disponible en: [http://www.cesasin.com.mx/LIBRO\\_PATOLOGIA0EINMUNOLOGIA.pdf](http://www.cesasin.com.mx/LIBRO_PATOLOGIA0EINMUNOLOGIA.pdf) . [Accessed: 20 -mar- 2017]

[3] N. Oddone, C.S. Beltrán, "Diagnóstico de la cadena de camarón de cultivo en El Salvador" México, Repositorio digital, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2013 [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/36760>. [Accessed: 27-Mar-2017]

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE TURISMO CULTURAL PARA EL SALVADOR: E-TURISMO

## **Elvis Moisés Martínez Pérez**

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Docente investigador. Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE Sede Central. E-mail: emartinez@itca.edu.sv

## **Claudia Ivette Rodríguez**

Inga. en Ciencias de la Computación. Docente investigadora. Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE Sede Central. E-mail: ivette.rodriguez@itca.edu.sv

## **Melissa Regina Campos Solorzano**

Maestría en Patrimonio Cultural y Territorial. Docente investigadora de la Universidad Tecnológica de El Salvador. E-mail: melissa.campos@utec.edu.sv

## **Ronny Adalberto Cortez Reyes**

Ingeniero en Sistemas y Computación. Docente investigador de la Universidad Tecnológica de El Salvador. E-mail: ronny.cortez@utec.edu.sv

## **Rosa Vania Jeanette Chicas Molina**

Licenciada en Historia. Docente investigadora de la carrera de Técnico en Gestión Tecnológica del Patrimonio Cultural. ITCA-FEPADE, Centro Regional Santa Ana. E-mail: rosa.chicas@itca.edu.sv

## Resumen

El presente artículo es fruto de una investigación realizada en asocio colaborativo entre la Universidad Tecnológica de El Salvador UTEC y la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Se conformaron equipos multidisciplinarios en las áreas técnicas de Antropología, Patrimonio Cultural, Comunicación y TIC. Se desarrolló una aplicación App para dispositivos móviles la cual tiene como objetivo promover a nivel nacional e internacional el turismo del patrimonio cultural de El Salvador. Se muestra el empleo de una técnica para toma de fotografías y diseño en combinación con diferente software para unir imágenes y formar una sola llamada panorámica. Luego estas panorámicas pasan a otro programa donde se conectan entre sí para formar los tours o recorridos virtuales; es en este momento donde los tours se enriquecen con imágenes, video, audio y otros; en este caso con realidad aumentada para mejorar la experiencia del usuario. Los tours culturales serán accedidos por medio de una App creada especialmente para este fin. El usuario tendrá la oportunidad de conocer nueve lugares diferentes de interés cultural en El Salvador, a través de su móvil, tablet o computadora. La App le proveerá la posibilidad de navegar por los diferentes recorridos virtuales, conocer detalles informativos y formativos para sus futuros viajes a estos sitios.

## Palabras clave

Visitas virtuales, realidad aumentada, visitas culturales, museos – El Salvador, turismo cultural, arqueología – El Salvador, APP.

## Abstract

This article is the result of a research carried out in a collaborative partnership between Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC) and the Engineering Specialized School ITCA-FEPADE. Multidisciplinary teams were formed in the technical areas of Anthropology, Cultural Heritage, Communication and ITC. An app was developed for mobile devices, which aims to promote El Salvador's cultural heritage tourism at national and international level. It shows the use of a technique for photography and design in combination with different software used to join images and form a single panoramic call. Then these panoramic views pass to another program where they are joint with each other to form the tours or virtual tours; It is at this moment where the tours are enriched with images, video, audio and others; In this case with augmented reality to improve the user experience. Cultural tours will be accessed through an App created specially for this purpose. The user will have the opportunity to know nine different places of cultural interest in El Salvador, through his mobile, tablet or computer. The App will provide the user with the possibility to browse the different virtual tours, to know informative and formative details for any future trips to these sites.

## Keywords

Virtual tours, augmented reality, cultural visits, museums - El Salvador, cultural tourism, archeology - El Salvador, APP.

## Introducción

En el año 2015 nació la inquietud de desarrollar la aplicación App para móviles y promover el turismo cultural en El Salvador, lo cual que se ve reflejado en el artículo titulado: "Eturismo aplicando tecnologías de geolocalización, visitas virtuales y realidad aumentada para dispositivos móviles" [1], donde se sientan las bases para el desarrollo de la técnica y construcción de la aplicación. Este artículo fue presentado en la Convención Centroamericana y Panamá CONCAPAN XXXV realizada en Honduras en el año 2015.

## Etapas del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto se necesitó una organización y planeación de los diferentes momentos, esto producto de una serie de etapas.

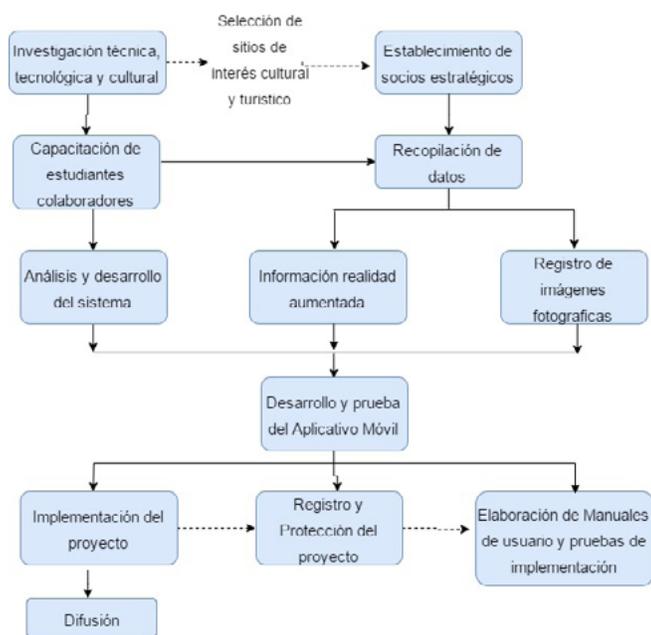


Figura 1. Etapas del proyecto

### Etapa 1. Investigación de la Técnica

Esta etapa permitió la recolección de la información necesaria para determinar qué tecnologías simplificarían el desarrollo de la App relacionándola a los sistemas de información de georreferencia, visitas virtuales y realidad aumentada. En esta fase, los equipos de ITCA-FEPADE y UTEC coordinaron esfuerzos para indagar sobre la manera de llevar a cabo la App de la forma óptima. Estudiaron la manera de abordar el estudio patrimonial que complementarían el contenido visible de la App.

### Etapa 2. Establecer Socios Estratégicos

Esta fase consistió en invitar a las instancias estratégicas de turismo y cultura nacionales para informarles sobre el desarrollo y los detalles del proyecto, a fin de obtener su colaboración para el ingreso y permisos necesarios para la toma de imágenes en áreas restringidas al público general.



Figura 2. Socios estratégicos

En esta fase se delimitó el alcance y las metas del estudio; se distribuyeron las actividades entre ambas instituciones participantes en el proyecto, así ITCA-FEPADE desarrollaría las actividades conducentes para la obtención de la aplicación en seis sitios y la UTEC en tres sitios, haciendo un total de nueve.

### Etapa 3. Recopilación de Datos

Esta división de trabajo permitió agilizar la tercera fase, que consistió en la recopilación de datos sobre cada uno de los sitios abordados, principalmente por medio de la revisión de publicaciones y detalles recorridos en el sitio. La recopilación incluyó también el registro fotográfico que posibilitaría el desarrollo de las imágenes panorámicas utilizadas posteriormente en la App.

Se contó con el apoyo de estudiantes destacados de ambas instituciones para el desarrollo del proyecto. Se les capacitó para la toma de fotografías y para el desarrollo del sistema de visitas virtuales.

Una vez establecidos los equipos de trabajo por institución, se registraron sistemáticamente cada uno de los nueve sitios seleccionados, y se escogieron varios espacios específicos para el registro de imágenes en 360°, que en conjunto conformarían un recorrido virtual.



Figura 3. Alumnos y docentes en capacitación

Cada uno de los recorridos virtuales contó con el registro paralelo de información, que de manera muy sintetizada, se incluyó como parte de la realidad aumentada de la App.

#### Etapa 4. Análisis y Diseño del Sistema y Recopilación de Datos

Esta se dividió a su vez en dos partes que se trabajaron en paralelo.

- o Análisis y diseño del sistema
- o Recopilación de datos

En el análisis y diseño de la App los responsables del trabajo en el sistema acompañaron el proceso de investigación, tanto en campo como en escritorio; en campo, verificaron que las imágenes registradas funcionaran adecuadamente en las vistas panorámicas de 360°. Posteriormente en escritorio, analizaron y diseñaron el aplicativo, de manera óptima y viable para reunir armónicamente toda la documentación e información técnica obtenida.

La recopilación de datos está forjada en la obtención y verificación de las imágenes que se convertirán en las vistas panorámicas y en la inclusión de la realidad aumentada para mejorar la experiencia del usuario.



Figura 4. Estudiantes en sesión fotográfica



Figura 5. Estudiantes verificando fotografías con software especializado

#### Selección de los lugares de interés cultural.

Criterios:

- ✓ Ser patrimonio cultural declarado de El Salvador.
- ✓ Fácil acceso por vía terrestre y en vehículo de tracción sencilla.
- ✓ Seguro, que garantizara la integralidad del equipo de investigadores.
- ✓ Distancia respecto a la ciudad, como alternativa para turistas extranjeros en Stop<sup>1</sup> Over del Aeropuerto Internacional de El Salvador.

Sobre la base de los criterios surgió la selección de los lugares que serían parte de la muestra de los tours.

A continuación, se enumeran los nueve sitios de interés patrimonial seleccionados:

1. Sitio arqueológico Joya de Cerén. [2]
2. Sitio arqueológico Tazumal. [3]
3. Sitio arqueológico Casa Blanca. [4]
4. Sitio arqueológico Cihuatán. [5]
5. Edificio histórico del Palacio Nacional. [6]
6. Conjunto histórico de la Ciudad de Suchitoto. [7]
7. Museo Nacional de Antropología Doctor David J. Guzmán (MUNA). [8]
8. Catedral de Nuestra Señora de Santa Ana. [9]
9. Teatro Nacional de Santa Ana. [10]



Figura 6. Plano de El Salvador que muestra la ubicación de los sitios incluidos en el proyecto e-turismo. Fuente: Google Maps, 2016

1. Aplicación oficial de confianza que ofrece mapas detallados y precisos de 220 países los cuales incluyen navegación GPS, información sobre el tráfico, transporte público, y otros datos útiles en tiempo real.



Figura 7. Fotografías representativas de los sitios seleccionados de acuerdo a criterios

## Etapa 5. Desarrollo y Prueba del Aplicativo Móvil

### Descripción de la aplicación

El desarrollo de la investigación con la puesta en práctica de los recursos técnicos en sistemas dio como resultado la App en la que se presentan nueve recorridos virtuales en formato de panorámicas de 360° por 180°, la cual está disponible para Android y Web. Esta App contiene información relevante de cada sitio incluido.

Esta solución fue programada utilizando lenguaje PHP, HTML5, CSS3, JQUERY MOBILE y MYSQL como gestor de base de datos. Para la creación de las panorámicas se utilizó el software llamado PTGui Pro v10.0.7 [11] y los recorridos virtuales con Kolor Panotour Pro 2.3 [12]. Cabe mencionar que estas herramientas fueron seleccionadas en base a su facilidad de uso y por contener los servicios necesarios que se requerían para el proyecto.

Para el retoque de panorámicas se utilizó Adobe Photoshop CS6 [13]. El diseño de la propuesta del software fue creado con Balsamiq Mockups v2.3 [14].

Todas las herramientas mencionadas son las que se utilizaron para darle vida al proyecto.



Figura 8. Logos de las diferentes herramientas de programación y diseño utilizadas en el desarrollo de la aplicación

En lo que respecta a la apariencia, el usuario se encontrará al descargar la aplicación o visitar la url [15] con un carrusel de imágenes relacionadas con los sitios de la aplicación, así como tres opciones principales con información relacionada a los recorridos, cambio de idioma de la interfaz del usuario y notas de la investigación.

### Diseño de la solución propuesta

El diseño del aplicativo fue realizado con Balsamiq Mockups, el cual nos ofrece una interfaz muy amplia y de fácil entendimiento para los programadores, quienes se encargaron de la parte del maquetado y funcionamiento del aplicativo.

### Toma de fotografías panorámicas

La toma de fotografías es el paso más importante de los insumos del aplicativo, ya que dependiendo de la calidad y nitidez de las fotos así serán los resultados obtenidos en el procesamiento de las panorámicas, lo que incluye cargar las imágenes, alinearlas, crear la máscara y generarla. Las imágenes de los lugares turísticos culturales fueron tomadas con cámaras Canon semi profesionales.

### Generación de recorridos o tours virtuales

Se diseñó la pantalla de inicio del aplicativo y la pantalla informativa de un recorrido virtual seleccionado.

### Uso de la aplicación e-turismo

Se presenta en dos modalidades que son web y móvil (Android). Si usa la versión para móviles se le recomienda usar WiFi en lugar de datos móviles, ya que el peso de los diferentes recorridos virtuales que posee la aplicación demanda mucho tráfico de datos.

### Partes de la aplicación

Pantalla de inicio: contiene el menú principal. Tiene las siguientes opciones:

- ✓ Recorridos.
- ✓ Idioma.
- ✓ Sobre la aplicación.



Figura 9. Diseño de la pantalla de inicio de la App

• **Recorrido:** muestra en formato de listado todos los recorridos virtuales que están incluidos en la aplicación.

1. Tazumal.
2. Casa Blanca.
3. Joya de Cerén.
4. Catedral de Santa Ana.
5. Teatro de Santa Ana.
6. Museo Nacional de Antropología (MUNA).
7. Suchitoto.
8. Palacio Nacional.
9. Cihuatán.

• **Idioma:** permite cambiar el idioma de la interfaz de la aplicación.

• **La aplicación contiene información relevante del proyecto y del equipo de trabajo que realizó esta investigación.**



Figura 10. Muestra de la APP y su funcionamiento, detallando las opciones de un recorrido o tour

Al seleccionar uno de los recorridos del listado de la pantalla principal, mostrará en una porción de la pantalla el recorrido virtual del lugar y las opciones siguientes:

**A. Vista de miniaturas.** Representan cada una de las panorámicas que conformar el recorrido. Al seleccionar cualquiera de ellas nos mostrará el lugar en el formato de 360°.

**B. Panel de control.** Éste servirá dentro del recorrido para desplazamientos, acercamiento, alejamiento, activación de mapas, pantalla completa, etc. Algunas herramientas como el uso del Giroscopio se mostrarán únicamente cuando el aplicativo sea cargado desde un celular o móvil.

**C. Calificación del sitio.** Puntaje en forma de calificación de estrellas para el sitio visitado. Si al final o en algún momento del recorrido desea calificarlo basta con tocar la estrella en la posición deseada y esta le asignará una calificación que será promediada con el resto de puntos que ya poseía de otros usuarios.

**D. Opciones varias.** Servirán para obtener datos del recorrido como información general, ubicación geográfica por medio de Google Maps [16] y cambio de idioma.



Figura 11. Muestra la opción de ubicación

**Uso de la Georreferencia**

Cada uno de los recorridos virtuales que posee la aplicación cuenta con su respectiva georreferencia por medio de la API de Google Maps.

Al desplegar la opción de **Ubicación**, se mostrará un mapa con la ubicación exacta del lugar.

Con esta herramienta innovadora se podrá hacer uso de todas las ventajas que ofrece Google para llegar a un lugar determinado ya sea por automóvil o autobús.

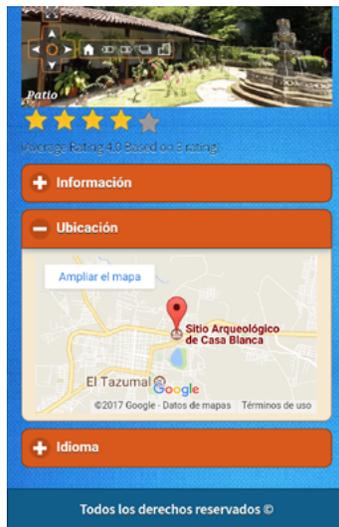


Figura 12. Opción Ubicación muestra la georeferencia por medio de la API de Google Maps

### Marcadores internos

Durante los recorridos virtuales se encontrarán con marcas especiales que servirán para movernos de panorámica en panorámica (A) o para mostrar una imagen descriptiva de alguna pieza o información relevante del lugar (B).



Figura 13. Muestra los marcadores colocados en cada tour

### Etapas 6. Difusión del Proyecto

Para la implementación de este proyecto innovador de investigación se estableció buscar un socio estratégico, de preferencia gubernamental y relacionado con el turismo cultural. Al tener establecida la entidad que tomará el proyecto se le especificarán los requisitos que debe cumplir el servidor donde se alojará el código fuente y la base de datos de la App.

Así mismo se les dará una capacitación e inducción, tanto para el montaje en el servidor, como para el mantenimiento del mismo.

## Conclusiones

- Este proyecto de investigación, propició el trabajo interinstitucional de la Universidad Tecnológica de El Salvador y la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE para establecer esfuerzos que se unieran coordinadamente para seleccionar las herramientas óptimas que cumplieran con el desarrollo del proyecto.
- Se desarrolló una aplicación móvil innovadora para e-turismo cultural que implementa el acceso a información geográfica, visitas virtuales y realidad aumentada con el fin de potenciar la industria del turismo en El Salvador.
- Contrario a lo que podría surgir en el imaginario popular al tratar sobre temas de índole tecnológico, el resultado de esta investigación sobrepasa la experimentación fría de la tecnología para brindar un aporte real a las comunidades anfitrionas de los sitios incluidos, por medio de la generación de una nueva dinámica tendiente al incremento de los beneficios que conllevan las prácticas del turismo cultural en cualquiera de sus manifestaciones: museos, sitios arqueológicos, monumentos históricos y por qué no; en una fase subsiguiente, en la aplicación de este modelo a nuevas formas de patrimonio contemporáneo en el país.
- Cuando la tecnología, que ayuda a cualquier tipo de aprendizaje, no atropella la relación con las personas, sino que se vuelve una facilitadora de la producción de conocimiento como una extensión del cuerpo pedagógico de las instituciones responsables de transmitir los significados del patrimonio [17], se puede afirmar que hemos cumplido moderadamente con los objetivos propuestos y esperamos que esta herramienta ayude, tanto a despertar la inquietud de quienes desconocen las maravillas de nuestro patrimonio, así como al mejoramiento significativo de las experiencias quienes ya lo conocen de manera tradicional.

## Recomendaciones

Se tienen las siguientes propuestas y recomendaciones que ayudarán al mejor aprovechamiento de la investigación:

- Se propone que este proyecto sea utilizado como instrumento didáctico para las escuelas, en las que por falta de recursos no se puedan realizar visitas de campo hacia los centros turísticos culturales que posee la aplicación. Con esto se logrará proveer de

una herramienta cultural tanto a los docentes como a los alumnos, que quieran instalar la aplicación en su dispositivo móvil o visitar la URL desde una computadora de escritorio con acceso a Internet.

- Al realizar las visitas hacia centros arqueológicos nos encontramos con la dificultad que se carece de información actualizada como mapas o documentos que referencien sobre los bienes culturales que se poseen en el lugar. Se recomienda que se actualice o sea colocado dicho recurso como parte de los servicios que brindan al público en general.

- Se recomienda que se siga desarrollando el turismo en El Salvador, ya sea cultural o de recreación utilizando tecnologías emergentes que vayan de la mano del tiempo en que vivimos, logrando con esto un mejor apoyo para las personas que viven del comercio turístico y a la economía del país en general.
- El potencial es considerable pudiendo extenderse a otras áreas como educación, arquitectura, obras de ingeniería, atracción de inversionistas, explicación de nuevos negocios, emprendedurismo, recreación, publicidad, entre otros.

## Referencias

[1] C. I. Rodríguez. "E-turismo aplicando tecnologías de geolocalización, visitas virtuales y Realidad Aumentada para dispositivos móviles", Revista tecnológica, vol. 8, pp. 19-25, dic. 2015.

[2] "Plan de Manejo Joya de Cerén", [En línea]. Disponible en: [http://www.getty.edu/conservation/publications\_resources/pdf\_publications/pdf/plan\_de\_manejo.pdf. [Accedido: 5 -mar- 2016]

[3] Fundación Nacional de Arqueología de El Salvador, FUNDAR, "Parque arqueológico Tazumal", [En línea]. Disponible en: http://www.fundar.org.sv/tazumal.html 2016. [Accedido: 15 -mar-2016]

[4] Fundación Nacional de Arqueología de El Salvador, FUNDAR, "Parque arqueológico Casa Blanca", [En línea]. Disponible en: http://www.fundar.org.sv/casa-blanca.html, 2016. [Accedido: 15 -mar-2016]

[5] Fundación Nacional de Arqueología de El Salvador, FUNDAR, "Parque Arqueológico Cihuatán", [En línea]. Disponible en: http://www.fundar.org.sv/cihuatán.html, 2016. [Accedido: 15 -mar-2016]

[6] El Salvador. Ministerio de Educación, "Historia 2 El Salvador" 1ª. ed. El Salvador : MINED, 2009.

[7] "Suchitoto". Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local – FISDL [En línea]. Disponible en: http://www.fisd.l.gob.sv/servicios/en-linea/ciudadano/conoce-tu-municipio/cuscatlan/777.html [Accedido: 16 -mar-2016]

[8] "Museo Nacional de Antropología Dr. David J. Guzmán". Wikipedia, la enciclopedia libre, 29 de noviembre de 2016, [En línea] Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Museo\_Nacional\_de\_Antropolog%C3%ADa\_Dr.\_David\_J.\_Guzm%C3%A1n&oldid=95308107. [Accedido: 16 -mar-2016]

[9] "Catedral de Santa Ana (El Salvador)". (2016, abril 17). En Wikipedia, la enciclopedia libre, [En línea]. Dis-

ponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Catedral\_de\_Santa\_Ana\_(El\_Salvador)&oldid=90517781 [Accedido: 17 -mar-2016]

[10] "Teatro de Santa Ana". Wikipedia, la enciclopedia libre, 5 de diciembre de 2015, [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Teatro\_de\_Santa\_Ana&oldid=87562057. [Accedido en: 17 -mar-2016]

[11] "Photo stitching software 360 degree Panorama image software - PTGui Stitching Software", [Online] Available: https://www.ptgui.com/. [Accessed: 19 -Mar- 2016]

[12] Kolor Panotour, "Virtual tour creation software (Versión 2.3)", [Online]. Available: http://www.kolor.com/panotour/ [Accessed: 20 -Abr- 2016]

[13] "Adobe Photoshop CC: versión de prueba gratuita del programa de edición de fotos", [En línea]. Disponible en: http://www.adobe.com/la/products/photoshop.html. [Accedido: 20 -abr- 2016]

[14] Balsamiq Mockups : (Versión 2.3, [Online]. Available: https://balsamiq.com/download/ [Accessed: 20 -Abr-2016]

[15] "e-Turismo Cultural", [En línea]. Disponible en: http://eturismo.itca.edu.sv [Accessed: 21 -abr- 2016]

[16] "Google Maps", [Online]. Available: https://www.google.com/sv/maps/@13.774528,-89.157399,10z?hl=en [Accessed: 21-Abr-2016]

[17] J. A. Araujo Romagoza, "Cartas educativas: lentes para ver el mundo", El Salvador : Universidad Tecnológica, 2004, [En línea]. Disponible en: http://biblio.udb.edu.sv/library/index.php?title=71042&lang=&query=@title=Special:GSMSearchPage@process=@autor=ARAUJO,%20JOSE%20ADOLFO@mode=&recnum=2&mode=. [Accedido: 22 -abr- 2016]

# CONVERSIÓN DE MICROSCOPIO METALGRÁFICO CONVENCIONAL EN INNOVADOR MICROSCOPIO METALGRÁFICO DIGITAL

**José Manuel Trejo Peraza**

Ingeniero en Mecatrónica. Docente investigador, Coordinador de Escuela de Ingeniería Mecatrónica. ITCA-FEPADE Sede Central. E-mail: jose.peraza@itca.edu.sv

## Resumen

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE desarrolló un proyecto de investigación aplicada a través de la Escuela de Ingeniería Mecatrónica. Este consistió en innovar el uso unipersonal de un microscopio metalográfico convencional de los años 80 a un microscopio metalográfico digital, el cual proyecta la imagen para uso grupal facilitando el proceso de enseñanza aprendizaje. En ITCA-FEPADE Sede Central se utilizan microscopios metalográficos unipersonales para desarrollar prácticas en diferentes materias; estos están diseñados para que una sola persona pueda observar por los oculares y no en grupo. Por cada muestra que se analiza en el microscopio metalográfico, el docente tiene que explicar a los estudiantes lo que van a observar en la muestra; luego pasa uno por uno a observar la muestra. Esto genera dificultades al docente debido a que debe estar retroalimentando a cada estudiante en el momento de la observación. Se diseñaron y construyeron elementos que permitieron la colocación de una cámara digital y un servomotor al microscopio. Para utilizar la cámara digital se diseñó un programa que fuera capaz de capturar las imágenes en tiempo real y guardarlas en una computadora o en una memoria, permitiendo mostrar imágenes de materiales en un proyector o guardarlas para su posterior estudio. El servomotor se adaptó al ajuste fino del microscopio permitiendo el control del enfoque de la imagen; para lograrlo se utilizó un Arduino como controlador, lo que facilitó el enfoque de la imagen de forma precisa. Con este proyecto de innovación se logró la actualización del microscopio metalográfico, demostrando que con la integración de la tecnología a los elementos ya existentes, se puede mejorar su funcionalidad, y extender así su tiempo de vida.

## Abstract

The Engineering Specialized School ITCA-FEPADE developed an applied research project through the School of Mechatronics Engineering. This consisted in innovating the unipersonal use of a conventional metallographic microscope of the 80s to a digital metallographic microscope, which projects the image for a group of people to view, facilitating the process of teaching and learning. At ITCA-FEPADE Santa Tecla, one-person metallographic microscopes are used to perform practices in different subjects; these are designed so that only one person can observe by the eyepieces at a time but not for a group of people to observe. For each sample that is analyzed in the metallographic microscope, the professor has to explain to the students what they should observe in the sample; then passes the next student, one by one to observe the sample. This creates difficulties for the teacher since he must be giving feedback to each student at the time of observation. Components were designed and constructed to allow the placement of a digital camera and a servomotor under the microscope. To use the digital camera, a program was developed so that it could capture the images in real time and save them in a computer or in a memory, allowing to show images of materials in a projector or to save them for later study. The servomotor was adapted to the fine adjustment of the microscope allowing the control of the image focus; to achieve this an Arduino device was used as a controller, which facilitated the focus of the image precisely. With this innovation project, the metallographic microscope was updated, demonstrating that by integrating the technology with existing elements, it can improve its functionality and extend its life time.

Recibido: 18/04/2017 - Aceptado: 11/06/2017

## Palabras clave

Microscopio electrónico, instrumentos ópticos, microscopía industrial, microscopio digital, innovaciones tecnológicas.

## Keywords

Electronic microscope, optical instruments, industrial microscopy, digital microscope, technological innovations.

## Introducción

Los microscopios metalográficos monoculares se han utilizado para realizar mediciones de componentes mecánicos y electrónicos, así como para el estudio de superficies y análisis óptico de metales.

Actualmente, con el avance de la tecnología, los microscopios metalográficos se han rediseñado de tal manera que utilizan un sistema de cámara digital que permite tomar fotos e incluso grabar videos del elemento en estudio, esto con el fin de documentar el procedimiento de estudio de la muestra, lo que genera una gran ventaja frente a los microscopios metalográfico monoculares.

Diferentes países han optado por la modificación de los microscopios metalográficos para que puedan ser convertidos a microscopios con sistemas que permitan observar en tiempo real la imagen del objeto en estudio en pantallas o computadoras.

El tipo más común de microscopio y el primero que se inventó es el microscopio óptico. Se trata de un instrumento que contiene dos o más lentes que permiten obtener una imagen aumentada del objeto y que funciona por refracción.

Para tener claras las funciones del microscopio metalográfico es importante definir la palabra metalografía: es la ciencia que estudia la estructura interna de los metales y de las aleaciones y relaciona esa estructura con las propiedades mecánicas [1].

Fue en 1884 cuando el químico Francés Henry Le Chatelier (1850-1936) invento el Microscopio Metalográfico, el cual se describe a continuación:

El microscopio metalográfico permite observar la muestra metálica en estudio a una resolución de imagen que depende de los aumentos de los objetivos, donde es posible observar los cristales metálicos y sus traumas adquiridos en los diferentes entornos de la muestra. Todos estos conocimientos son encerrados en la Metalografía. De acuerdo al propósito de uso, existen multitud de variedades dependiendo del tipo

de objetivos, oculares, aumento máximo permitido, enfoque, etc.

La principal diferencia entre el microscopio metalográfico y el microscopio biológico es que en el metalográfico observamos la luz reflejada por la superficie de muestra, mientras que en el biológico se observa la luz transmitida al atravesar la muestra. Es por ello que las muestras metálicas deben ser lo más planas posibles, con un acabado de espejo, y si es posible con tratamientos químicos, todo ello a fin de favorecer una buena reflexión permitiendo un buen estudio microscópico de la muestra.

El funcionamiento del microscopio metalográfico está basado en la reflexión de un haz de luz horizontal que proviene de la fuente. Dicha reflexión se produce, por medio de un reflector de vidrio plano, hacia abajo, a través del objetivo del microscopio sobre la superficie de la muestra (Ilustración 1). Parte de esta luz incidente, reflejada desde la superficie de la muestra se amplificará al pasar a través del sistema inferior de lentes, llegará al objetivo y continuará hacia arriba a través reflector de vidrio plano [2].

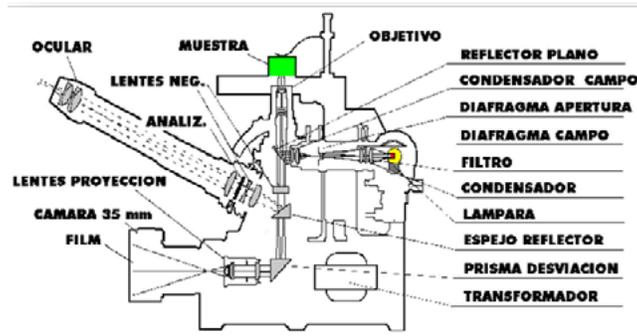


Ilustración 1. Partes de un microscopio metalográfico

Para lograr la conversión del microscopio metalográfico convencional se tuvo como objetivo diseñar e instalar accesorios al microscopio metalográfico, uno que facilite colocar la cámara digital que se conecte a una computadora que registre y guarde las fotos o las transfiera a un sistema de visualización de gran formato (cañón o monitor), y otro que permita controlar el movimiento del ajuste fino del microscopio por medio de un servomotor controlado desde una computadora.

## Metodología

La metodología para la actualización del microscopio metalográfico fue de tipo tecnológica. La investigación tecnológica en las ciencias de la ingeniería presenta una serie de características que la vinculan en forma natural con la innovación tecnológica, lo cual indica que las instancias de promoción inicial de los proyectos de investigación [3]

Con innovación tecnológica se designa la incorporación del conocimiento científico y tecnológico, propio o ajeno, con el objeto de crear o modificar un proceso productivo, un artefacto, una máquina, para cumplir un fin valioso para una sociedad.

En el caso del microscopio metalográfico se realizó una modificación tecnológica con el uso de cámara digital y servomotor para el movimiento del ajuste fino. Para lograrlo se realizaron diseños que fueron capaces de adaptarse de forma fácil al microscopio metalográfico

El microscopio metalográfico utilizado data de la década de los años 80. Para realizar la actualización a un microscopio digital fue importante instalar una cámara digital en el ocular. En el mercado actual existen diversos tipos de cámaras digitales; sin embargo las pruebas de obtención de imágenes realizadas con diferentes cámaras, en el caso específico del microscopio metalográfico se llegó a la conclusión de utilizar una cámara de 16 Megapíxeles, con el fin de obtener una imagen que se pudiera ampliar y que mantuviera una buena resolución de la imagen en estudio. Además, por estar instalada en el ocular, la imagen que se obtiene es la reflexión de la luz que ha pasado por los objetivos de aumento, que para el caso son dos. Para evitar una distorsión de la imagen, la cámara utilizada cuenta con un enfoque electrónico, permitiendo ajustar la imagen de forma óptima con respecto al zoom utilizado. Una vez elegida la cámara digital, se realizó el diseño de las piezas de montaje en un software especializado de dibujo mecánico, permitiendo generar un dibujo en 3D para poder realizarlo en físico.

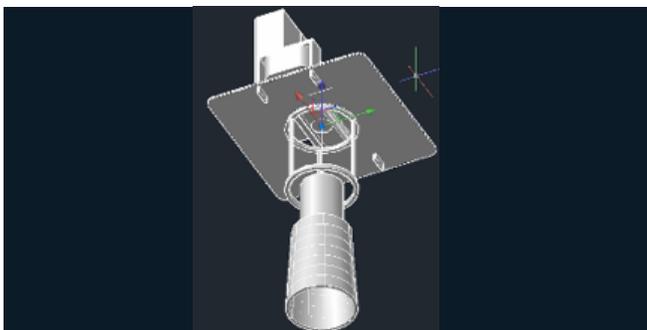


Ilustración 2. Diseño de adaptador de cámara digital

Para realizar los movimientos del ajuste fino del microscopio, se utilizó un servomotor y una placa Arduino que funciona como interfaz de comunicación entre los servomotores y la computadora. Se eligió utilizar un servomotor por el alto torque que desarrolla y por la gran precisión que tiene en sus movimientos. La placa Arduino se utilizó por ser de software libre que permite la comunicación en tiempo real entre la computadora y el servomotor, siendo así un elemento vital para la regulación del ajuste fino del microscopio metalográfico. En ambos casos se desarrolló un software para controlar la cámara y el ajuste fino, permitiendo la manipulación desde una computadora en tiempo real.

## Resultados

El microscopio metalográfico digital tiene instalada una cámara web que permite proyectar la muestra observada en un monitor o en un proyector, facilitando al docente explicar de forma eficiente lo que el estudiante debe observar en la muestra metalográfica. Esto permite la observación grupal y dinamiza el proceso de enseñanza aprendizaje.

Para realizar la captura de la imagen se desarrolló un programa en Visual Basic.net el cual contiene una interfaz que permite el control de la cámara web.

A continuación se muestra la pantalla del programa y el registro de imágenes realizadas en el microscopio para su posterior estudio.

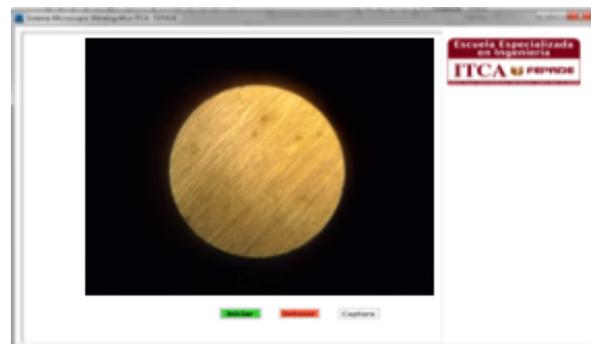


Ilustración 3. Programa de captura de imagen de microscopio metalográfico



Ilustración 4. Registro de imágenes realizadas por el microscopio metalográfico actualizado

Para realizar el control del ajuste fino del microscopio metalográfico, se diseñó y desarrolló en el programa Labview el software para controlar el servomotor conectado al microscopio; este control se realiza por medio de un Arduino Mega, el cual se utiliza como interfaz entre la computadora y el servomotor.



Ilustración 5. Software controlador de servo motores

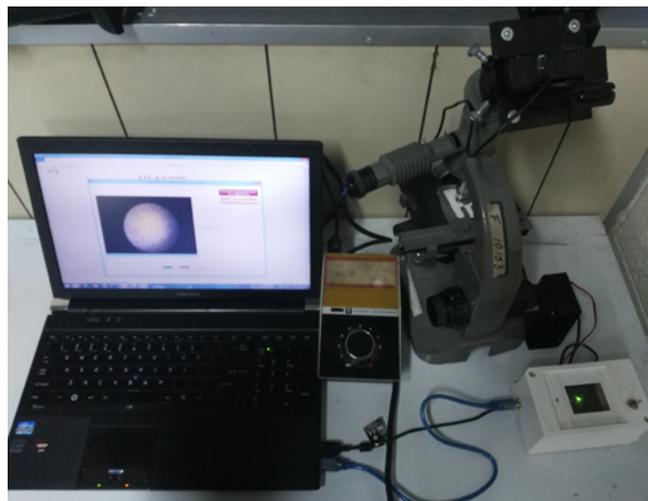
A continuación se muestra fotografía del microscopio convencional y la conversión a microscopio digital.



Microscopio Metalográfico original



Sistema para adaptar la cámara



Sistema Microscopio Metalográfico Digital completo

## Conclusiones

- El proyecto de actualización del microscopio metalográfico utilizando una cámara digital demuestra que a pesar de la antigüedad de los dispositivos, se pueden modificar y reutilizar para que cumplan con los estándares tecnológicos actuales.
- Con la combinación de software y hardware libre se pueden modificar de forma exitosa los microscopios metalográficos convencionales, facilitando su utilización y generando pruebas fotográficas de los estudios realizados.
- Con la actualización del microscopio metalográfico convencional se puede mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje.
- La cámara digital instalada en el microscopio metalográfico y el software creado permiten al docente proyectar la imagen o video en tiempo real de la muestra observada.
- Esta innovación permite la explicación de la muestra por parte del docente y facilita a los alumnos aclarar dudas sobre la muestra metalográfica que se está estudiando.
- Con esta innovación tecnológica se podrán realizar estudios metalográficos al sector productivo y entregar pruebas del análisis realizado.
- La instalación del servomotor en el ajuste fino del plato del microscopio permite regular el enfoque de la muestra, obteniendo imágenes bien definidas que permiten al usuario tener un control minucioso sobre la calidad de la imagen.

## Recomendaciones

- ↳ Tener los objetivos oculares del microscopio en buen estado; de lo contrario la calidad de la imagen captada por la cámara digital se verá comprometida y no se logrará el verdadero resultado del estudio metalográfico.
- ↳ Construir las piezas de adaptación de la cámara y el servomotor utilizando materiales más livianos y con nuevas tecnologías, que faciliten la colocación de los dispositivos y disminuyan los tiempos de fabricación.
- ↳ Utilizar el microscopio metalográfico actualizado para facilitar el proceso de enseñanza- aprendizaje en las clases.
- ↳ Desarrollar un software especializado que permita detectar la falla de la muestra metalográfica en tiempo real facilitando el estudio de la muestra metalográfica.
- ↳ Comparar la imagen obtenida en el microscopio metalográfico actualizado con las obtenidas en un microscopio electrónico portátil para comparar la calidad y justificar si actualizar un microscopio o comprar uno electrónico.

## Referencias

- [1] R.L. Bernau y A. Bello "Elementos de Metalografía y de Acero al Carbono", [En línea]. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/Elementos-Metalograf%C3%ADa-Acero-Carbono-R.L-Bernau/3823774376/bd>. [Accedido: 15-abr-2016]
- [2] "Microscopio metalográfico", [En línea]. Disponible en: [http://www.uam.es/docencia/labvformat/labvformat/Anexo/microscopio\\_metalografico.htm](http://www.uam.es/docencia/labvformat/labvformat/Anexo/microscopio_metalografico.htm). [Accedido: 15-abr-2016]
- [3] R. A. Dean. "La investigación tecnológica en las ciencias de la ingeniería y la innovación tecnológica", [En línea]. Disponible en: <https://www.unrc.edu.ar/publicar/23/dossidos.html> [Accedido: 3-mar-2016]

# SISTEMA DIGITAL PARA EL CONTROL CENTRAL DEL SISTEMA ELÉCTRICO UTILIZANDO TECNOLOGÍA ARDUINO Y ANDROID: APLICACIÓN EN CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

**Roberto Carlos Gaitán Quintanilla**

Licenciado en Computación. Docente e investigador de Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA.FEPADE, Centro Regional San Miguel. E-mail: roberto.gaitan@itca.edu.sv

**Fermín Osorio Gómez**

Técnico en Ingeniería Eléctrica. Docente de la Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA.FEPADE, Centro Regional San Miguel. E-mail: fg.osorio@itca.edu.sv

## Resumen

Este artículo contiene información concerniente al proyecto de investigación aplicada "Sistema digital para el control central del sistema eléctrico utilizando tecnología Arduino y Android" llevado a cabo por docentes y estudiantes de las carreras técnicas en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Informáticos del Centro Regional de San Miguel. El proyecto tuvo como propósito la búsqueda y la aplicación de la tecnología para desarrollar un sistema digital que permitiera el control central de los circuitos eléctricos de forma remota e inalámbrica a un área específica, utilizando dispositivos Arduino vía Wi-fi. Para lograr el control de los segmentos de la red se adecuaron las instalaciones eléctricas existentes, se construyeron los circuitos de hardware con Arduino; se construyó la interfaz gráfica de usuario para la comunicación y acceso a los segmentos de red vía web y a través de dispositivos móviles; se elaboró una aplicación web para el control central y acceso a los circuitos de la red eléctrica y se integró el nuevo sistema desarrollado a una aplicación informática existente para administrar el uso de llaves de las aulas, laboratorios y talleres.

## Palabras clave

Sistemas de control, energía eléctrica, control automático, redes eléctricas, hardware y software, domótica.

## Abstract

This article contains information concerning the applied research project "Digital system for main control of a electrical system using Arduino and Android technology" carried out by professors and students from the following careers: technician in Electrical Engineering and Computer Systems from the Regional Center in San Miguel. The purpose of this project was to research and apply the technology needed to develop a digital system that would allow main control of electrical circuits remotely and wirelessly from a specific area, using Arduino devices via Wi-Fi. To achieve the control of segments in the network, the existing electrical installations were adapted, the hardware circuits were built with Arduino; The graphical user interface was built for communication and access to network segments through web and mobile devices; A web application for main control and access to the circuits of the electrical network was developed and the new system developed was integrated to an existing computer application to manage the use of keys for the classrooms, laboratories and workshops.

## Keywords

Control systems, electric power, automatic control, electrical networks, hardware and software, home automation.

## Introducción

La necesidad de encontrar soluciones al ahorro de consumo eléctrico, motivó llevar a cabo una investigación referente a métodos o técnicas de ahorro y eficiencia del uso de la electricidad. Se encontró que

existen diversas formas de ahorrar energía eléctrica, una de ellas es logrando una educación eficaz del personal para el consumo racional o eficiente y cambiando los equipos existentes por otros de tecnología de menor

Recibido: 16/05/2017 - Aceptado: 11/06/2017

consumo.

Sin embargo, para el uso eficiente y ahorro de la energía eléctrica con la mínima intervención humana, se pueden desarrollar sistemas de control automático. Entre éstos se investigaron los sistemas domóticos, los Controladores Lógicos Programables (PLC) y los sistemas autómatas programables como LOGO. Si bien algunos de estos sistemas y equipos podrían lograr hacer una función similar a los resultados esperados con este proyecto, tienen la limitante que el costo de adquisición es elevado en relación al costo de la tecnología Arduino y el desarrollo de un software sencillo y amigable. El sistema más económico y con la tecnología de actualidad es el sistema de control inteligente a través de Arduino. Aprovechando las ventajas de este dispositivo electrónico, es posible programar sus seis pines de salida eléctrica, a través de los pulsos eléctricos de 5V DC. En sus pines digitales y analógicos en combinación a una tarjeta de relés electrónicos de 12V DC, es posible controlar la acción de contactores que administran corrientes y voltajes en AC para control de potencia eléctrica en sistemas de iluminación, aires acondicionados y ventilación.

### Fases del Proyecto

El proyecto cuenta con la aplicación hardware con Arduino, tiene una interfaz para computadoras de escritorio y otra para dispositivos móviles. Su desarrollo se basó en cinco fases principales:

1. Determinación de requisitos para el hardware y software.
2. Diseño de circuitos, tablero y plataforma web.
3. Construcción de circuitos, tablero y plataforma web.
4. Pruebas de circuitos, tablero y plataforma web.
5. Integración del sistema digital con el sistema de control de llaves.

### Determinación de requisitos para el hardware y software

Comprende desde el estudio inicial y la recolección de datos fundamentales para la realización del proyecto, se divide en las siguientes etapas:

1. Determinación de los requerimientos de hardware y software.
2. Identificación de cada uno de los componentes a utilizar.
3. Factibilidad técnica.

### Diseño de circuitos, tablero y plataforma web.

Comprende el diseño de cada componente de circuitos

de control inteligente y de mando e interfaz gráfica de la plataforma web. Se dividió en las siguientes etapas:

1. Servicio de control inteligente.
2. Diagramas de componentes.
3. Diagramas eléctricos.
4. Interfaz gráfica de usuario.

### Construcción de circuitos, tablero y plataforma web. Pruebas e integración del sistema digital.

Comprende todas aquellas actividades relacionadas con la programación, instalación de placas, alambrado e instalación y modificación de conexiones eléctricas necesarias.

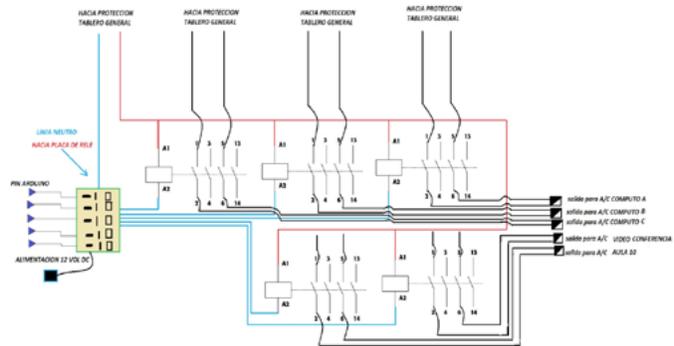


Figura 1. Diagrama Unifilar

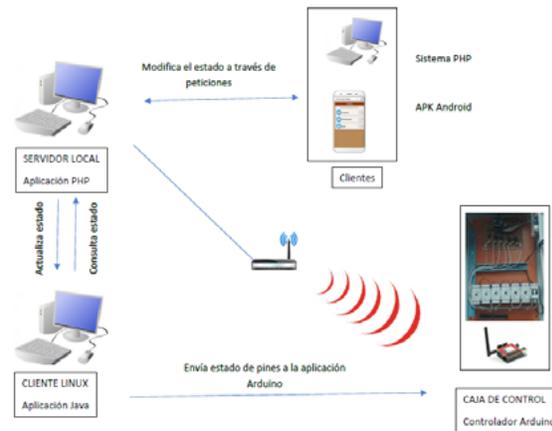


Figura 2. Diagrama conceptual del sistema

### Resultados

- El sistema de control inteligente de este proyecto puede ser programado y manipulado desde cualquier lugar ya que funciona en forma inalámbrica.
- Es controlado vía wi-fi, a través de un dispositivo receptor de la señal de internet (Shield) y una ampliación de la señal con un router.

- Se creó una aplicación capaz de controlar los contactos digitales y analógicos del Arduino, desde una computadora o dispositivo móvil, que puede estar en cualquier parte del mundo mientras esté conectada a Internet.
- Con el propósito de lograr un mayor control energético en aulas, talleres y laboratorios, la aplicación también se enlazó al sistema de entrega de llaves y así, cada vez que el docente necesita dar la clase en uno de estos locales que están habilitados en el sistema y éste solicita la llave, desde el momento en que se autoriza su uso al registrarse en el sistema, éste habilita el circuito eléctrico del área solicitada.

- Cuando el docente registra la devolución de la llave al control central al finalizar la clase, este sistema también desactiva la energía eléctrica, optimizando y logrando ahorro energético.
- Documento técnico de las secciones en las que se divide la red eléctrica en ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel.
- Control de mando inteligente, para la administración de la red eléctrica.
- Aplicación multiplataforma para el control y administración de las secciones de la red eléctrica en ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel.

## Conclusiones

- La utilización del sistema digital desarrollado permite un mejor control de los circuitos y disminuye los gastos en consumo eléctrico. También protege los equipos evitando que sean encendidos accidentalmente.
- El uso de la aplicación móvil, permite el acceso y control del flujo de energía eléctrica de forma local o externa a la institución.
- El desarrollo de este proyecto permitió a estudiantes y docentes desarrollar competencias académicas y laborales en tecnología Arduino, Android y web.
- El proyecto incluye a laboratorios de cómputo y Biblioteca con el sistema digital para el control central eléctrico, integrado al sistema de préstamos de llaves.

## Recomendaciones

El uso eficiente del sistema integral enlazado al software de control de llaves requiere tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Señalizar la caja de control donde se encuentra alojada la Placa Arduino.
- Mantener privado el acceso al Router que genera la red para el acceso al Arduino, no brindando acceso a estudiantes para no saturar la red y garantizar la eficacia del funcionamiento del sistema.
- Ventilar el área de las cajas de control.
- Migrar el Servidor local a Servidor Web, para optimizar el uso de la aplicación móvil para Android.
- Establecer un programa de actualización, aumentando el número de aulas controladas con el Sistema de Control Digital.
- Desarrollar una capacitación al personal técnico para el uso y buen Funcionamiento del Sistema Digital.
- Es conveniente hacer un análisis comparativo del consumo de energía eléctrica entre los locales que están bajo el control central del sistema eléctrico desarrollado y los locales que no tienen este control.

## Referencias

- [1] M. J. De Vito, "Principios de electricidad y electrónica". México, D.F., MX: Limusa, 1992.
- [2] G. Rizzoto, "Principios y aplicaciones de la ingeniería eléctrica. 3ª. ed. Colombia: McGraw Hill, 2002. 976 p.
- [3] S. Lapatine, "Electrónica en sistemas de comunicación". México: Limusa, 1993. 379 p.
- [4] J. E. Crespo, "Shields para Arduino: Aprendiendo Arduino", 2015. [En línea]. Disponible en: <https://apren->

[diendoarduino.wordpress.com/2015/03/23/shields-para-arduino/](https://diendoarduino.wordpress.com/2015/03/23/shields-para-arduino/). [Accedido: 14 -abr-2017]

[5] "Arduino - ArduinoEthernetShield". [En línea]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>. [Accedido: 14 -abr-2017]

[6] "Arduino - WiFi", [En línea]. Disponible en: <http://arduino.cc/en/Reference/WiFi>. [Accedido: 14 -abr-2017]

# DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN DE SOFTWARE PARA LA MIGRACIÓN DE DATOS DE UNA ESTRUCTURA RELACIONAL A UNA ESTRUCTURA DE BIG DATA

**Lilian Judith Sandoval**

Licenciada en Administración de Empresas, con diplomado en Tecnologías de Software. Docente de la Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail: Lilian.sandoval@itca.edu.sv

**Giovanni Tzec Chávez**

Técnico en Sistemas Informáticos. Docente de la Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail: Giovanni.tzec@itca.edu.sv

**Guillermo Adalberto Jandres**

Técnico en Sistemas Informáticos. Docente de la Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE, Sede Santa Tecla. E-mail: Guillermo.jandres@itca.edu.sv

## Resumen

El presente artículo está basado en los resultados de una investigación aplicada llevada a cabo por docentes investigadores de la Escuela de Ingeniería de Computación de ITCA-FEPADE Santa Tecla. Éste consiste en el desarrollo de una aplicación de software que aborda el conocimiento de una nueva tecnología llamada Big Data para el manejo de información, en sustitución de los sistemas tradicionales y, de una manera más específica, aplica los lineamientos para realizar la migración entre ambas tecnologías. Se mencionan los diferentes componentes de un Sistema Big Data, el proceso de transformación que deben sufrir los datos contenidos en un esquema relacional y, finalmente, la integración a un nuevo esquema Big Data, donde no solo se resolverá la limitante del espacio de almacenamiento, sino también el rendimiento en el procesamiento de los datos, ya que se optimizará de manera notable.

## Palabras clave

Big data, bases de datos, sistemas de información, gestión de datos, gestión de sistemas de computación.

## Abstract

The present article is based on the results of an applied investigation conducted by the research professors from the Computer Engineering School at ITCA- FEPADE Santa Tecla. It consist about the development of a software application that addresses the study of a new technology called Big Data used for information management, replacing traditional systems and, more specifically, applies the guidelines to perform the migration between both technologies. It will mention the different components of a Big Data System, the transformation process that must undergo the data contained in a relational scheme and, finally, the integration to a new Big Data scheme, where not only the limitation of the storage space will be solved, But also the performance in the processing of the data would be improve, since it will be optimized in a remarkable way.

## Keywords

Big data, databases, information systems, data management, computer systems management.

## Introducción

Con el nacimiento de las redes sociales y las aplicaciones móviles, surgió la necesidad de manejar volúmenes de información gigantescos y variados que las bases de datos tradicionales ya no pueden soportar, además de lo complejo que se ha vuelto el proceso de búsqueda de información. Por lo anterior, se ha hecho necesario pensar en estructuras de datos completamente distintas, donde

la limitación de espacio no fuera más un problema. Por ello se ha creado la nueva tecnología Big Data para el manejo de volúmenes de datos e interpretación de ellos para diferentes propósitos. Big Data maneja conjuntos de datos enormes que crecen tan rápido que se vuelve muy difícil manipular y analizar a una granularidad tal donde los procesos normales colapsan. [1]

Esta nueva tecnología no solo viene a resolver los problemas de almacenamiento y gestión que plantean las redes sociales, sino que auxilia a otros sectores que también presentaban las mismas dificultades como el científico, el médico, el mercadológico, etc. En este sentido y en vista de la dificultad que se aproxima para la mayor parte de empresas que en la actualidad manejan su información con bases de datos tradicionales (relacionales), se ve la necesidad de implementar una solución que permita migrar esa información de forma rápida y segura a la nueva tecnología Big Data. De esta manera no es necesario comenzar a cargar los datos desde cero, ya que además de generar la estructura de la base de datos Big Data, también se realizará la extracción de los datos relacionales.

### 1. Marco Teórico

**BIG DATA.** Es una tecnología que se ocupa de todas las actividades relacionadas con los sistemas que manipulan grandes conjuntos de datos. Las dificultades más habituales vinculadas a la gestión de estas cantidades de datos se centran en la recolección y el almacenamiento, búsqueda, compartición, análisis, y visualización. Big Data maneja conjuntos de datos enormes que crecen tan rápido que se vuelve muy difícil manipular y analizar a una granularidad tal donde los procesos colapsan. Esta nueva tecnología no solo viene a resolver los problemas de almacenamiento y gestión que plantean las redes sociales, sino que también auxilia a otros sectores que también presentaban las mismas dificultades como el científico, el médico, el mercadológico, etc. [4]

**MONGO DB.** Es un sistema de bases de datos no relacionales, multiplataforma e inspirada en el tipo de bases de datos documental y clave/valor. Su nombre proviene del término en inglés "humongous" que significa "enorme". Está liberada bajo licencia de software libre, específicamente GNU AGPL 3.0.

**MongoDB** usa el formato **BSON (JSON Compilado)** para guardar la información, dando la libertad de manejar un esquema libre. Este motor de bases de datos es uno de los más conocidos y usados, pudiéndolo comparar en popularidad con MySQL en el caso de las bases de datos relacionales. [5]

**JSON - JavaScript Object Notation.** Es el formato compacto de representación de objetos para intercambio de datos. Las especificaciones las publicó Douglas Crocford en el documento RFC 6274. JSON es un formato independiente del lenguaje, aunque su uso extendido hasta hace poco era en el lenguaje JavaScript. Actual-

mente se usa JSON en gran cantidad de sistemas para intercambiar información por su simplicidad en comparación con XML. Este formato soporta gran cantidad de tipos de datos, lo que lo hace atractivo para un uso generalizado, y cada vez más lenguajes de programación dan soporte a este formato. [6]

### 2. Metodología de Investigación

La metodología aplicada a la investigación es exploratoria, ya que la temática en investigación, a pesar de tener ya algunos años de existencia, en nuestro país es relativamente nueva. Se investigarán los diferentes procesos para la migración de datos de una tecnología ya ampliamente utilizada, como es el modelo relacional, hacia la nueva tecnología Big Data, donde no se conoce si existe un método ya definido o es necesario definir uno y determinar las herramientas que pudieran ser de utilidad para lograrlo.

### 3. Resultados

#### 3.1. Proceso de Migración de Datos

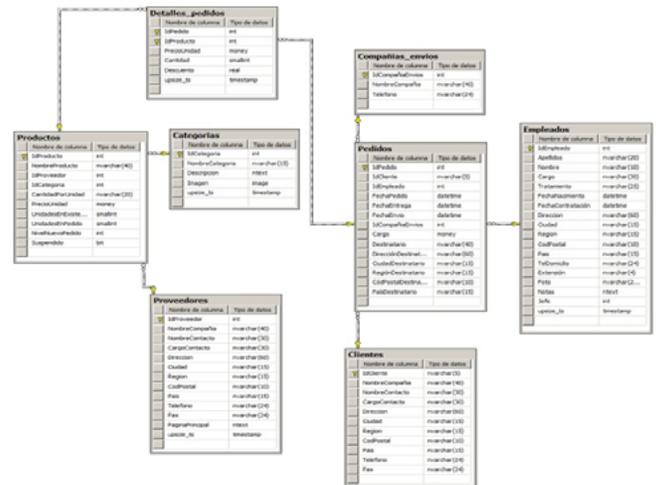


Figura 1. Diagrama Entidad Relación de la Base de Datos Relacional

El proceso para migrar la información de un esquema relacional a BigData, utilizando los gestores de bases de datos, consiste en crear scripts para transformar datos fuentes a una estructura jerárquica en formato JSON que pueda ser importada a MongoDB. Este proceso utiliza subdocumentos y arreglos, que es la forma en como JSON se ajusta a la estructura de objetos a nivel de aplicación. [7]

#### 3.2. Pasos para la Migración

1. Agregar una nueva columna dentro del sistema relacional para el UUID (Identificador Único Universal) creándola en la nueva tabla y poblándola usando la función NEWID().

```
SELECT *, UUID = NEWID( ) INTO NEWTABLE FROM OLDTABLE
```

2. Agregar los índices a la tabla.
3. Renombrar la nueva tabla y eliminar la anterior.
4. En el sistema relacional, se debe crear el script con el formato JSON en un procedimiento almacenado, conteniendo las consultas necesarias para recuperar todos los datos de la base de datos y agregar la cláusula FOR JSON PATH al final. Como en el esquema de BigData no existen relaciones de muchos a muchos, es necesario agregar índices para hacer coincidir la información de una colección a una colección padre. Todos los motores de almacenamiento de MongoDB soportan todos los tipos de índices y los índices pueden ser creados en cualquier parte de documentos JSON, incluyendo subdocumentos internos y elementos de arreglos.
5. En MongoDB, ejecutar los procedimientos almacenados usando el comando BCP para generar el archivo JSON.
6. Una vez generado el archivo JSON dentro de MongoDB, ejecutar el comando **mongoimport**. Se debe usar este comando mientras se está conectado a una instancia de **mongod**.

En el siguiente ejemplo, el comando **mongoimport** importa los datos del archivo con formato JSON **contacts.json** dentro de la base de datos **users**, en la colección **contacts**, en la instancia de MongoDB, corriendo en el localhost en el puerto número 27017. [9]

```
mongoimport --db users --collection contacts --file contacts.json
```

### 3.3. Diseño de la Aplicación

Escribir la siguiente dirección en cualquier navegador.



Figura 2. URL para ingresar a la aplicación Big Data Converter

Se presentará la pantalla de inicio, donde se ingresarán las siguientes credenciales por defecto: Usuario: **administracion** y contraseña: **123**.

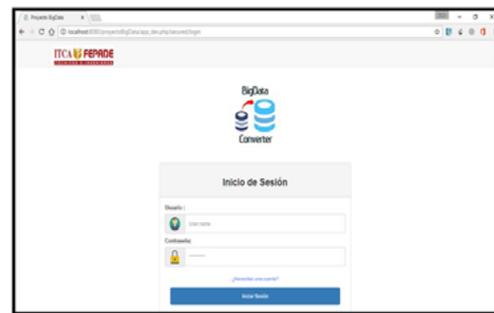


Figura 3. Pantalla de inicio de sesión

Si el usuario y contraseña son correctos, se mostrará la pantalla de inicio. Luego dar click en el link **Entrar** y se mostrará la siguiente pantalla, donde se encuentra un panel principal. Dar click en el botón **Iniciar** para comenzar con la migración. Se mostrará un asistente para iniciar el proceso de la migración. Seleccionar el gestor de base de datos relacional; por el momento el único gestor es SQL Server.

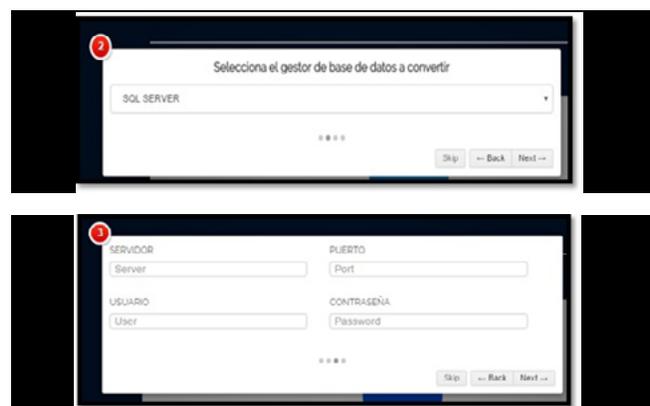


Figura 4. Selección del gestor de base de datos relacional y datos de conexión

Ingresar el nombre del servidor de base de datos SQL Server, el puerto, el nombre del usuario del SGBD y su contraseña. La aplicación mostrará todas las bases de datos que están creadas en el SGBD.



Figura 5. Bases de datos encontradas en el gestor



Figura 6. Pantalla de confirmación de la base de datos

Luego de confirmar la selección de la base de datos, se mostrarán todas las tablas que contiene la base de datos seleccionada.



Figura 7. Lista de tablas de la base de datos seleccionada

Al dar click en el botón **Convertir a BIGDATA**, se mostrará la siguiente pantalla donde se observa el proceso de conversión:

- Se extraen los datos de la base de datos en SQL server a través de la generación de una consulta SQL que incluye todas las tablas.
- Se genera un archivo intermedio con la información, en formato JSON.
- Se ejecuta desde el gestor MongoDB la instrucción para importar los datos que se encuentran en el archivo JSON a BigData. Si la migración ha sido satisfactoria, se presentará el mensaje respectivo.

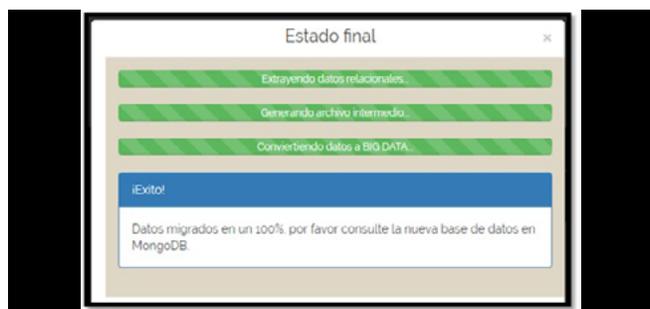


Figura 8. Procesos realizados durante la migración

### 3.4. Pruebas de la Aplicación

El proceso que lleva a cabo la aplicación **Big Data Converter**, consiste en ejecutar un asistente que permite seleccionar la base de datos en un esquema relacional para ser transformada a un esquema Big Data.

El proceso de transformación consiste en generar una consulta SQL que incluya los datos de todas las tablas en un solo comando. Para el ejemplo, se utilizó la base de datos NEPTUNO.

#### La consulta que se genera es la siguiente:

```
select c.*,pd.*,pe.*,dp.*,ca.*,pv.*,e.*,ca.* from Pedidos
pe left outer join clientes c on c.idCliente=pe.IdCliente
left outer join Empleados e on e.IdEmpleado=pe.
IdEmpleado left outer join detallesdepedidos dp on
dp.idpedido=pe.IdPedido left outer join productos pd
on pd.idproducto=dp.idproducto left outer join categorías
ca on ca.idcategoria=pd.idCategoria left outer join
proveedores pv on pv.idProveedor=pd.idProveedor for
json auto, root('neptuno')
```

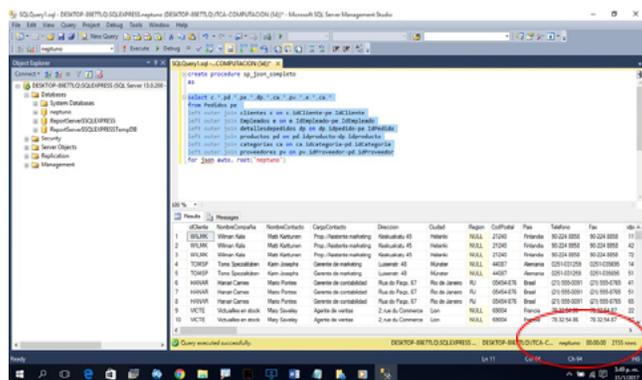


Figura 9. Consulta SQL que recupera todos los datos de la base de datos relacional

La consulta del ejemplo genera 2155 registros, que es el número de registros que contiene la tabla **detallesdepedidos**. Esta es la tabla transaccional ya que es la que tiene el mayor volumen de datos y es alrededor de la cual giran los datos de las demás tablas. Con esta premisa se generará el archivo intermedio en formato JSON. El archivo queda almacenado en la carpeta **jsonFiles**. Luego que la herramienta crea el archivo JSON, ejecuta la importación desde el gestor de datos de Big Data en MongoDB tomando como fuente la información del archivo JSON. Para verificar que los datos han sido migrados es necesario levantar el servidor de MongoDB, desde una ventana de símbolo del sistema con el comando **mongod**.

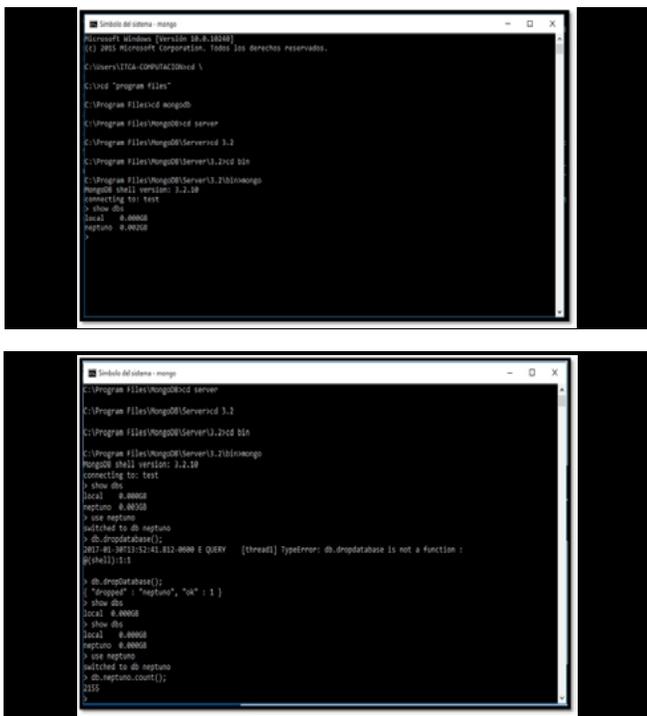


Figura 10. Listado de bases de datos de MongoDB y cantidad de registros

En otra ventana de símbolo del sistema, iniciar MongoDB con el comando **mongo**. Con el comando **show dbs** verificar que se haya creado la base de datos. En nuestro ejemplo, la base de datos se llama Neptuno.

Para acceder a la base de datos, se emite la sentencia **use neptuno**. Luego de abrir la base de datos, ya es posible verificar la cantidad de registros con la función **db.neptuno.count()**. Debe coincidir con la cantidad de registros que se obtuvo en el gestor SQL server con la consulta emitida. En nuestro caso, podemos confirmar que, en efecto, son 2155 documentos. Luego de contar los registros y comprobar que no se ha perdido ninguno, se puede proseguir a ver el contenido de la base de datos en MongoDB usando la sentencia **db.neptuno.find().pretty()**. Si se desea hacer búsquedas específicas de algún documento en especial o grupo de documentos para validar la información, se puede emitir la sentencia **find()** especificando alguna condición de búsqueda.

Por ejemplo, **b.neptuno.find("IdCliente":"CHOPS").pretty()** y luego **db.neptuno.count("IdCliente":"CHOPS")** para confirmar el número de documentos devueltos y comparar que coincidan con los registros devueltos por la consulta SQL.

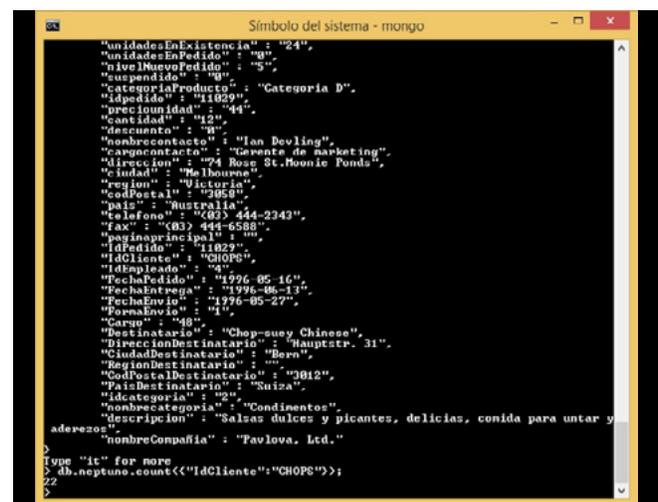
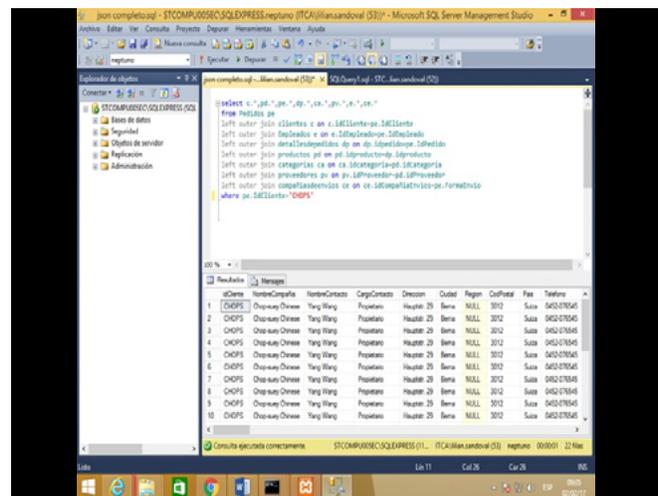


Figura 11. Consulta en SQL Server y en MongoDB para realizar una búsqueda específica

## Conclusiones

- Con el desarrollo de la investigación se está brindando a nivel de país el conocimiento básico de la tecnología Big Data, la cual aún no ha sido ampliamente difundida y se está aportando una herramienta que, aunque se encuentra en su primera versión, puede auxiliar a las empresas que tomen la decisión de migrar sus sistemas a Big Data sin necesidad de comenzar la alimentación de sus bases de datos desde cero.
- Se modeló con éxito una base de datos Big Data teniendo como fuente una base de datos con esquema relacional para determinar las sentencias necesarias a utilizar en la migración y luego se incorporaron en la aplicación.
- Se verificó con éxito la integridad de los datos migrados del esquema relacional al esquema Big Data.

- Se desarrolló una aplicación que genera el esquema de cualquier base de datos relacional a una base de datos Big Data y la migración de los datos.
- Se seleccionó una metodología donde las instrucciones se emiten desde los gestores de bases de datos, tanto relacional, como Big Data para realizar la migración.
- Se encontraron las herramientas necesarias para poder recuperar todas las bases de datos existentes en un servidor, sin saber el nombre de éstas ni la ubicación.
- Se generó un asistente para pedir la información sobre la base de datos que se desea migrar, mostrando todas las bases de datos encontradas en el sistema haciendo

uso de las herramientas anteriores.

- En el gestor de base de datos SQL Server 2016 ya trae incorporadas las funciones necesarias para enviar la información recuperada desde la base de datos relacional hacia un archivo intermedio en formato JSON, el que luego se usa como insumo para convertir la información a Big Data. Pero se tuvo el inconveniente que el lenguaje PHP aún no posee la capacidad de ejecutar estas funciones, por lo que no se pudo realizar esta acción desde el gestor SQL Server. La solución fue buscar otras herramientas de PHP que realizaran la acción de crear el archivo JSON a partir de la información recolectada con consultas SQL ejecutadas dentro de PHP.

## Recomendaciones

- Contar con los permisos necesarios como administrador o dueño de las bases de datos para poder tener acceso a ellas.
- Es importante depurar la base de datos del esquema relacional y que se cumplan todas las reglas de validación y de integridad referencial.
- Es necesario que todas las tablas de la base de datos

estén relacionadas, pues es a través de las relaciones que se va integrando la información en las consultas para recolectar los datos en forma integral.

- Se recomienda hacer pruebas de stress con bases de datos suficientemente grandes para comprobar tiempos de respuesta y verificar la eficiencia de la base de datos Big Data en comparación con la base de datos relacional.

## Referencias

[1] V. Mayer Schonberger y K. Cukier, Big Data: la revolución de los datos masivos. 1ª. ed. Madrid: Turner, 2013.

[2] J. López Quijano, Domine PHP y MySQL: programación dinámica en el lado del servidor. 1ª. ed. México, D.F., MX: Alfaomega, 2007.

[3] A. Gutiérrez Rodríguez y G. Bravo García, PHP 5: a Través de Ejemplos 5. 1ª. ed. México, D.F., MX: Alfaomega, 2005.

[4] "¿Qué es Big Data?" CT316, 18 de junio de 2012. [En línea]. Disponible en: <http://www.ibm.com/developerworks/ssa/local/im/que-es-big-data/index.html>. [Accedido: 15 -feb-2017]

[5] Y. Graterol, "MongoDB en español: T1, El principio". [En línea]. Disponible en : <https://openlibra.com/es/book/mongodb-en-espa->

[nol-t1-el-principio](#). [Accedido: 15 -feb-2017]

[6] "Introduction JSON". [On line]. Available: <http://www.json.org/>. [Accessed: 18 -Feb-2017]

[7] "Rdbms to Mongodb migration". [On line]. Available: <http://xuphol.com/rdbms-to-mongodb-migration-pdf>. [Accessed: 5 Abr- 2017]

[8] "Manual de PHP". [En línea]. Disponible en : <http://php.net/manual/es/index.php>. [Accedido: 17 -febr- 2017]

[9]A. Copquin and V. Carballo, "The Knot : migration from SQL to MongoDB – A Case Study at Theknot" [On line] Available: <https://www.mongodb.com/presentations/migration-from-sql-to-mongodb-a-case-study-at-theknot-com>. [Accessed: 17 -Feb-2017]

# PLATAFORMA WEB “EL SALVADOR EMPRENDE” COMO MEDIO SOCIAL ESPECIALIZADO PARA LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DEL EMPRENDIMIENTO

**Edgardo Antonio Claros Quintanilla**

Maestría en Dirección de Empresas e Ingeniero en Sistemas Informáticos. Docente de la Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE Centro Regional MEGATEC La Unión. E-mail: edgardo.claros@itca.edu.sv

## Resumen

La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, a través del Centro Regional MEGATEC La Unión, como miembro del Ecosistema Nacional de Emprendimiento de El Salvador, desarrolló en 2016 una plataforma web como un medio social digital centralizado para efectuar tareas de difusión y comunicación entre todos los miembros de dicho Ecosistema. Esta plataforma denominada “El Salvador Emprende” se desarrolló en respuesta a la Política Nacional del Emprendimiento del Ministerio de Economía creada en 2014 por la Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE). Esta política tiene el fin de fortalecer el Ecosistema Nacional de Emprendimiento de El Salvador para quienes deseen emprender en el país a través de diferentes acciones estratégicas de promoción y desarrollo, fomentando una cultura emprendedora y la articulación institucional. La plataforma “El Salvador Emprende” se desarrolló utilizando la metodología Scrum; el aspecto técnico del desarrollo lógico de la plataforma web, utilizó el patrón de arquitectura de software denominado Modelo-Vista-Controlador (MVC). Se emplearon tecnologías libres para el diseño del software, implementando lenguajes de programación robusta como el PHP y Java Script, sobre una base de HTML. La base de datos del proyecto se gestionó con un motor MySQL de última generación. El proyecto ha dado como resultado una herramienta innovadora y potente, enfocada al beneficio del Ecosistema Nacional de Emprendimiento.

## Palabras clave

Internet, innovación tecnológica, red social, plataforma web, desarrollo de software.

## Abstract

The “Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE”, through the Regional Center MEGATEC La Union, as a member of the National Ecosystem of Entrepreneurship in El Salvador, developed in 2016 a web platform as a centralized digital social medium to execute the diffusion and communication tasks among all The members of the mentioned Ecosystem. The project has resulted in an innovative and powerful tool focused on the benefit of national entrepreneurship. This platform called “El Salvador Emprende” was developed in response to the National Entrepreneurship Policy of the Economy Ministry created in 2014 by the National Commission for Micro and Small Enterprises (CONAMYPE). This policy aims to strengthen the National Entrepreneurship Ecosystem of El Salvador for those who wish to start a business in the country through different strategic actions of promotion and development, through the encouragement of an entrepreneurial culture and institutional articulation. The “El Salvador Emprende” platform was developed using the Scrum methodology; the technical aspect of the logical development of the web platform, used the architecture model of software called Model-View-Controller (MVC). Free technologies were used for software design, implementing robust programming languages such as PHP and Java Script, on an HTML basis. The project database was managed with a state-of-the-art MySQL engine. The project has resulted in an innovative and powerful tool, focused on the benefit of the National Entrepreneurship Ecosystem.

## Keywords

Internet, technological innovation, social network, web platform, software development.

## Introducción

Es evidente que en El Salvador se han hecho esfuerzos dirigidos a fortalecer el emprendimiento. En el país

esta área representa el mayor porcentaje de ingresos para la población. Dentro de la Política Nacional de

Emprendimiento lanzada por el Ministerio de Economía (MINEC), existen cinco ejes principales, siendo uno de ellos el de la Mentalidad y Cultura Emprendedora [1].

Uno de los retos de la política es sensibilizar a la población en el tema de emprendimiento y de igual forma, fortalecer el Ecosistema Nacional de Emprendimiento que actualmente existe en el país. En tal sentido ITCA-FEPADE, miembro activo del Ecosistema Nacional de Emprendimiento, diseñó para el Consejo Nacional de la Mediana y Pequeña Empresa CONAMYPE, la plataforma web "El Salvador Emprende", la cual funciona como un medio centralizado para conectar a todos los miembros del ecosistema.

## Antecedentes

En El Salvador las MIPYME tienen una participación en el parque empresarial del 99.6%, lo que representa un total de 174,406 establecimientos y su contribución al empleo nacional es del 65.5%, un promedio de 487,854 empleos directos. Estos datos han sido calculados por CONAMYPE [3].

El desarrollo de las MIPYME es impulsado por CONAMYPE; actualmente se ejecutan programas para llevar a cabo su estrategia de acompañamiento en una ruta que permita:

- **Unir** a las micro y pequeñas empresas en unidades económicas asociadas, apoyarlas en sus esfuerzos de profesionalización y de encadenamientos productivos.
- **Crece**r para generar oportunidades en un marco regulatorio que las beneficie e impulse instrumentos para mejorar el entorno, la competitividad y la productividad de las empresas.
- **Incluir** a las micro y pequeñas empresas en los procesos de desarrollo e inserción en los mercados a nivel local, regional e internacional.

En el año 2014 se realizó el lanzamiento de la Política Nacional de Emprendimiento que tiene el siguiente objetivo:

"La Política Nacional de Emprendimiento orienta hacia la creación de nuevas empresas con cultura emprendedora innovadora, que tengan potencial de crecimiento rápido y que generen valor agregado a la economía del país y den respuesta a las necesidades del mercado, de los sectores productivos y de las dinámicas económicas de la región"[1].

El escenario en el que se desarrollan las MIPYME es complejo y con marcadas necesidades de apoyo para el

fortalecimiento. Es en este sentido que las herramientas tecnológicas que ofrecen las TIC son de utilidad en este proceso.

## El uso de la Internet en El Salvador

El Salvador es uno de los países de la región con mayor tasa de crecimiento de número de hogares conectados a Internet en el último quinquenio, indica el informe "Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe 2016", elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Según los datos, El Salvador pasó de un 8% a 15% en el porcentaje de hogares conectados, a una tasa de crecimiento promedio anual cercano al 15% [2].

Se puede aprovechar este avance para posicionar parte de la estrategia de difusión y comunicación en el medio de Internet.

Según un estudio de la consultora iLifebelt, se ha determinado que en nuestra región El Salvador es el tercer país con mayor cantidad de usuarios en Facebook y que, además, el consumo de servicios de Internet es elevado, siendo las aplicaciones móviles de plataformas sociales las que más son utilizadas por los usuarios.

Usuarios de Redes Sociales en El Salvador, Datos iLifebelt 2016		
Red Social	Usuarios entre y	
Facebook	2991499	3208499
Whatsapp	2840612	3046667
Google+	1909049	2047529
Instagram	1666318	1787190
Twitter	1341582	1438899
LinkedIn	842999	904149
Snapchat	751155	805643
Pinterest	747875	802125

Figura 1. Usuarios de redes sociales en El Salvador

En este sentido, es importante resaltar que la actual estrategia de promoción y comunicación enfocadas al emprendimiento, se ha hecho mediante el uso de los medios sociales dominantes, como Facebook, Twitter y YouTube. Sin embargo, no se ha logrado centralizar un canal que permita la unificación de esfuerzos y que sean un punto de referencia para los miembros del ecosistema. Así mismo se debe de considerar un hecho determinante: El medio social que se utilice debe de ser el adecuado y con las funcionalidades específicas para las necesidades que el ecosistema de emprendimiento experimenta en la actualidad, en términos de difusión y comunicación.

Considerando lo anterior, nace la idea innovadora entre CONAMYPE e ITCA-FEPADE para desarrollar una pla-

taforma web orientada a servir como un medio social exclusivo para ser utilizado en el Ecosistema Nacional de Emprendimiento y ser el canal centralizado que se necesita para las tareas de difusión y sensibilización de la cultura emprendedora.

## Una Herramienta Web Desarrollada con los Usuarios y para los Usuarios

El desarrollo de la plataforma web se hizo retomando los principios de trabajo de la metodología de desarrollo ágil Scrum, la cual se define como “un proceso en el que se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo y obtener el mejor resultado posible de un proyecto” [4].

En el marco de Scrum, una de las primeras actividades realizadas consiste en determinar las funcionalidades (Product Backlog) que los usuarios esperan que el producto final posea. En ese sentido se logró con CONAMYPE identificar una lista de 21 funcionalidades, donde participaron miembros del Ecosistema Nacional de Emprendimiento, formado por emprendedores, instituciones de educación superior e instituciones financieras, entre otras.



Figura 2. Elaboración de lista de funcionalidades del proyecto con la colaboración de miembros del Ecosistema Nacional de Emprendimiento

Adicional al proceso de implementación de la metodología Scrum para la gestión del proyecto, es importante considerar que en el aspecto técnico del desarrollo lógico de la plataforma web se utilizó el patrón de arquitectura de software denominado MVC (Modelo-Vista-Controlador), el cual separa los componentes de la aplicación en partes manejables de manera independiente.

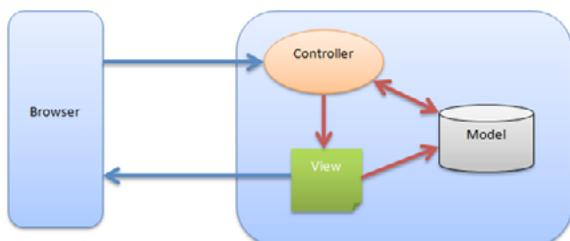


Figura 3. Representación del patrón MVC

El uso de tecnologías libres ha sido un elemento que se consideró desde el principio en este proyecto y respetando ese planteamiento se ha trabajado el desarrollo del software, implementando lenguajes de programación robustos como lo son PHP y JavaScript sobre una base del ya conocido HTML. Los datos por otra parte se gestionan por medio del motor MySQL de última generación.

El reto de mantener un canal de comunicación activo y constante entre emprendedores, instituciones y empresas ha sido una de las necesidades que ha llevado a la propuesta y desarrollo de este proyecto. La plataforma web es un medio social orientado y especializado en los elementos necesarios y útiles en el Ecosistema Nacional de Emprendimiento para la difusión de actividades, eventos, postulación a oportunidades de diversos tipos para los emprendedores, creación de redes de contactos, un espacio para mantenerse actualizado con el acontecer en el tema de emprendimiento, así como tener un espacio virtual centralizado donde los documentos sobre regulaciones y legislaciones se encuentren siempre vigentes.

La plataforma web incluye elementos de comunicación más personalizados, tales como un gestor propio de correo electrónico, chat privado interactivo y la posibilidad de crear un perfil al estilo de micro sitio donde los emprendedores podrán promocionar sus productos y servicios con elementos multimedia, como álbumes de fotos y videos.

Los miembros del Ecosistema cuentan ahora con una plataforma informática que centraliza los canales de comunicación, y es otro de los logros importantes de este proyecto.

## Diseño que Responde a las Exigencias de los Estándares de Internet en la Actualidad

El desarrollo de software para la web debe de cumplir con diversas normas para que este sea amigable, navegable y útil para el usuario.

Al diseñar y desarrollar la plataforma web en este proyecto, se aplicaron normas de diseño para que los usuarios finales pudiesen tener una experiencia que resultara amigable y generara valor agregado para sus actividades dentro del Ecosistema Nacional de Emprendimiento.



Figura 4. Vista del entorno principal de la plataforma web

Como resultado de la aplicación de estas normas se ha creado una aplicación web accesible y adaptable a diversos dispositivos con los que los usuarios se conectan a Internet, tales como computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes.

También se han abierto nuevas maneras para realizar una importante labor en las empresas y emprendimientos y esto es la promoción.

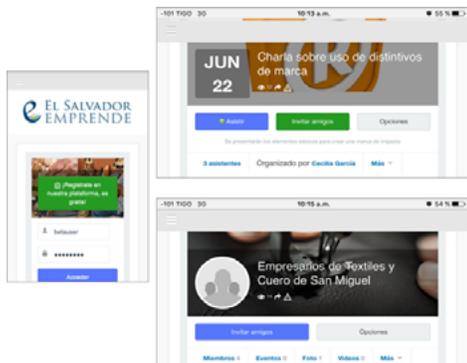


Figura 5. Vista de la plataforma web desde dispositivos móviles

## Contribución de ITCA-FEPADE para Fortalecer el Emprendimiento Nacional

La creación y lanzamiento de la plataforma "El Salvador Emprende", es una herramienta tecnológica que permite la interacción entre los actores involucrados en el Ecosistema Nacional de Emprendimiento. Es un aporte que fortalece el desarrollo, visibilidad, comunicación y la difusión de las pequeñas y medianas empresas a nivel nacional.

Esta plataforma fue lanzada por CONAMYPE conjuntamente con ITCA-FEPADE en el año 2016.



Figura 6. Evento de lanzamiento de la plataforma web

## Conclusiones

- CONAMYPE cuenta con una plataforma web que permite sistematizar en múltiples categorías a los emprendedores, micros y pequeños empresarios, facilitando los procesos de acompañamiento y fortalecimiento por parte de las instituciones competentes.
- Se fortaleció la capacidad de formación permanente en los emprendedores, micros y pequeños empresarios, a través de transferencia de conocimientos y experiencias en los diferentes rubros.
- Se generan las condiciones y oportunidades para que los emprendedores, micros y pequeños empresarios, cuenten con las herramientas tecnológicas para la identificación de proveedores y compradores, generando mayores oportunidades de crecimiento productivo.
- La plataforma web permitirá abrir una puerta al mundo exterior, considerando que con el uso de esta herramienta facilitará la identificación de nuevos mercados.
- Con el desarrollo de la plataforma web se ha implantado un medio de comunicación centralizado que promoverá la interacción entre todos los miembros del Ecosistema Nacional de Emprendimiento permitiendo atender una de las necesidades principales que éste afrontaba.

## Glosario

---

- **MIPYME:** siglas de Micro Pequeña y Mediana Empresa.
- **CAE:** Consejo Asesor del Emprendimiento.
- **Sistema de Información:** se refiere a una aplicación informática de tipo software, cuyo objetivo es brindar soporte en la automatización de actividades y procesos de una entidad.
- **Protocolo:** en informática, un protocolo es un conjunto de reglas usadas por computadoras para comunicarse unas con otras a través de una red.
- **TCP/IP:** es un conjunto de protocolos que permiten la transmisión de información en redes. Consiste en cuatro capas, capa de aplicación, capa de transporte, capa de internet y capa de acceso a la red.
- **HTTP:** Hypertext Transfer Protocol (en español Protocolo de Transferencia de Hipertexto), Es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web.
- **HTML:** siglas de HyperText Markup Language (Lenguaje de Marcado de Hipertexto), Es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web.
- **POO:** Programación Orientada a Objetos (OOP según sus siglas en inglés). Es un paradigma de programación que usa objetos y sus interacciones para diseñar aplicaciones y programas informáticos.
- **MVC:** Model-View- Controller. Patrón arquitectónico desarrollado para interfaces gráficas que resalta la importancia de una separación clara entre la presentación de datos y la lógica de negocio de una aplicación.

## Referencias

---

- [1] El Salvador. Comisión. Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE), Política-de-Emprendimiento. El Salvador: MINEC, 2014.
- [2] CEPAL, Estado de la banda ancha en América Latina y el Caribe 2015, Chile: Naciones Unidas, 2015.
- [3] El Salvador. Comisión. Nacional de la Micro y Pequeña Empresa (CONAMYPE), "Micro y pequeñas empresas salvadoreñas implantan sistemas de calidad", [En línea]. Disponible en: <https://www.conamype.gob.sv/?p=757>. [Accedido -ene-2017]
- [4] "Proyectos ágiles: qué es SCRUM", 2008. [En línea]. Disponible en: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>. [Accedido: 14-ene-2017]

# TENDENCIAS EN BUSINESS INTELLIGENCE DEL BIG DATA AL SOCIAL INTELLIGENCE

**Claudia Ivette Rodríguez**

Ingeniera en Ciencias de la Computación. Docente investigadora. Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE Sede Central. E-mail: ivette.rodriguez@itca.edu.sv

## Resumen

El presente artículo da a conocer cómo las empresas están dándose cuenta de la necesidad de cambio en el manejo de los datos; habla de los diferentes niveles de las empresas frente a la inteligencia de negocios y cómo adoptarla. También se aborda la temática de las tendencias en la inteligencia de negocios, auto-servicio, análisis visual, la independencia de los móviles, el impacto de la nube, el hecho de que el análisis de datos puede ser realizado por no analistas y el Internet de las Cosas.

## Palabras clave

Inteligencia de negocios, tecnologías de información, comercio electrónico, ciencias de la computación, aplicación informática.

## Abstract

The present article shows how companies are realizing the need for change in data management; Explains about the different levels of business versus business intelligence and how to adopt it. It also addresses the topic of trends in business intelligence, self-service, visual analysis, mobile independence, cloud impact, the fact that data analysis can be realized by someone who is not analyst specialist and the Internet of the Things.

## Keywords

Business intelligence, information technology, e-commerce, computer science, computing application.

## Introducción

La tendencia es una inclinación o propensión hacia determinados fines. El término también permite nombrar a la fuerza por la cual un cuerpo se inclina hacia alguna cosa y a la idea que se orienta en determinada dirección.

*Las tendencias organizan el comportamiento de la moda y del consumo [1].*

### **Diferencia entre tendencia y moda en los negocios**

Frecuentemente podemos apreciar cómo nacen nuevas empresas producto de alguna necesidad o trivialidad pasajera. Dichas empresas progresan a grandes pasos y al llegar al clímax de sus ganancias comienza la cuesta abajo; muchas desaparecen en los primeros 3 años de existencia; de acuerdo con la CEPAL [2] "en los países subdesarrollados entre un 50% y un 75% dejan de existir durante los primeros tres años". [3]

La moda nos lleva a un momento con gran intensidad de corta duración, en cambio una tendencia tiene ob-

jetivos más firmes; persigue una idea con el fin de concretizarla por lo que durará más y marcará el camino de otros. Así es como las empresas Google y Amazon están colocadas en posiciones de ventaja por sobre sus competidores; con sus ideas de innovación le sacan partido a la tendencia que tienen los datos a convertirse en información y ésta en conocimiento [4].

## **Empresas listas para Business Intelligence (BI)**

Las empresas deben pasar por un proceso en muchos casos "doloroso" al tener que dejar sus formas tradicionales de toma de decisiones, almacenaje y manipulación de información con el fin de implementar BI. Según Conesa y Curto, el ciclo de madurez (\*Business Intelligence Maturity Model) [5] comprende 7 fases donde se clasifican las empresas según su nivel de avance en materia de manejo de datos.

Recibido: 27/03/2017 - Aceptado: 11/06/2017

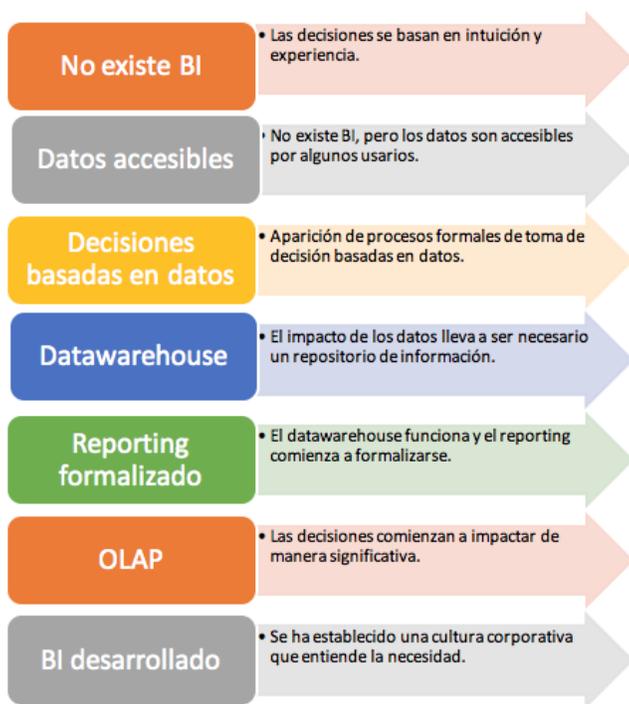


Figura 1. Las 7 fases del ciclo de madurez de la información según Conesa y Curto

El nivel de madurez de la información será básico para dar el paso exitoso y llevar el negocio a esta forma de trabajo; es de notar que esto no es un trabajo solo de la Tecnología de la Información (TI), es de muchos más; los usuarios y los directivos deben estar compenetrados y comprometidos con el proyecto, de tal manera que la implantación de BI deberá ser un eje transversal que atravesase toda la empresa y su organización.

Basar las decisiones y estrategias en conocimiento proveniente de la información recolectada y tratada por medio de una herramienta "Extract, Transform and Load" ETL (Extraer, Transformar y Cargar) con el fin de proveer una ventaja competitiva, dar un producto particular a cada cliente que responda a sus necesidades, el anteponerse a una situación de inversión y lanzar una nueva línea de productos, etc. Todas las anteriores son beneficios para la empresa.

En marzo del 2007, la empresa SAS realizó un estudio para evaluar las tendencias actuales en el uso de información de negocios, en particular sobre la inteligencia de negocios y los centros de competencia y el efecto que se ejerce en el desempeño de las compañías. De acuerdo con este estudio, la administración eficaz y el uso de la información pueden ser un componente clave para el éxito de una organización. Las conclusiones indican que la implementación de prácticas para

aprovechar al máximo la información empresarial, está íntimamente relacionada con un mejor desempeño de la compañía, pero también está claro que muchas organizaciones todavía tienen problemas con el manejo de su información [6].

## Tendencias en BI

Las tendencias en BI nos llevan a una serie de elementos a considerar; todos están en vigor en mayor o menor grado.

Las empresas están dando un giro hacia ellas, la creciente necesidad de competir en dar un novedoso servicio que supere a la competencia donde anteponerse a las necesidades de clientes se ha vuelto una prioridad y para eso hacen uso de los datos que al ser procesados se convierten en información y si esta aporta una diferencia o ventaja sobre el mercado se convertirá en conocimiento. Esto se conoce como el ciclo del conocimiento.



Figura 2. Ciclo del conocimiento

### a. La administración y el análisis de autoservicio forjan una gran amistad

La optimización del área de TIC debe contar con servicios gestionados y proyectos de infraestructuras TIC, aplicaciones y soluciones de calidad de servicio.

La organización debe maximizar su rentabilidad y eficiencia en los procesos productivos, lo que también requiere actualizaciones específicas en ámbitos transversales, donde BI debe ser conocido y adoptado por toda la organización:

- Arquitectura y Governance.
- Desarrollo.
- Operación y Mantenimiento.

Con esto se lograrían avances en puntos importantes:

- Reducir la dedicación del departamento de TI.
- Dar a los usuarios de negocio flexibilidad.
- Centralizar la información de negocio.
- Reducir los costes de formación.



Figura 3. Simplificar la Administración Autoservicio

**b. El análisis visual se vuelve un idioma común.**

Dicen que “una imagen vale más que mil palabras”, esto se aplica perfectamente a las representaciones por medio de gráficos de los datos.

Las empresas tienen una gran cantidad de datos que no son relevantes; esto podría ser una grave equivocación, “el valor escondido de los datos” es tan o más importante para los negocios, esto puede ser la ventaja competitiva que una empresa necesita para figurar por sobre las demás o podría ser una fuente para una nueva estrategia de negocio.

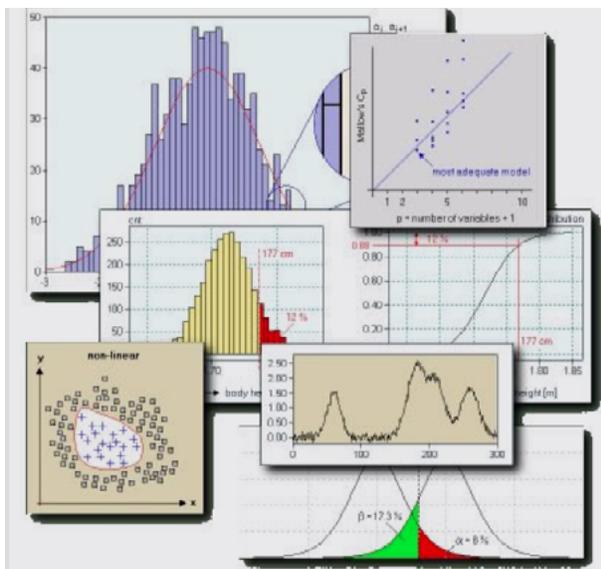


Figura 4. Representación de gráficas de datos

**c. Los datos se democratizan**

A lo largo de los últimos años, cada vez más organizaciones han visto la necesidad y la utilidad de usar soluciones Business Intelligence para la toma de decisiones.

Tradicionalmente, estas herramientas eran utilizadas de forma exclusiva por grandes organizaciones y multinacionales de los sectores de gran consumo, banca y telecomunicaciones.

Conforme han ido avanzando los años se ha ido abriendo el uso a empresas de todos los sectores productivos y comerciales, así como a las administraciones públicas que han visto en su uso, una manera de optimizar y mejorar el servicio a sus ciudadanos.

De forma paralela, dentro de las propias organizaciones que ya usaban Business Intelligence se ha ido extendiendo su uso a un mayor número de personas.

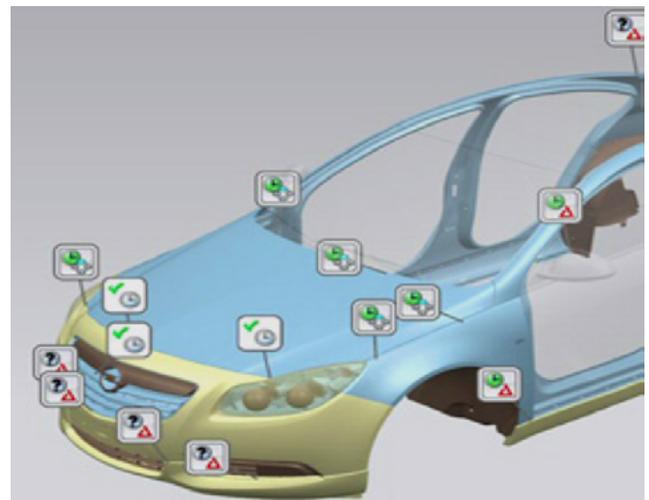


Figura 5. Reportes visuales de HD3D de Siemens PLM software

De ser tecnologías y soluciones reservadas a analistas y personal de dirección se ha ido extendiendo su uso a todas aquellas personas que manejan información y toman decisiones en las compañías que, en la práctica, son un porcentaje muy alto de las mismas.

Por ejemplo, la empresa Siemens hace que la información de su producción llegue a todas las áreas de la empresa.

La generación de reportes visuales de los análisis de productos en NX (Unigraphics), ayuda a hacer evaluaciones certeras, interpretar datos de manera rápida y precisa, y sintetizar los datos para una mejor toma de decisiones.

La generación de reportes visuales de HD3D permite apreciar los datos de Product Lifecycle Management (PLM) con navegación interactiva y desglosar los detalles según sea necesario. Al visualizar un modelo de producto 3D, puedes responder en forma fácil a preguntas acerca del estado del proyecto, cambios de diseño, responsabilidades del equipo, inconvenientes, problemas, costos, proveedores y otros atributos [7].

#### **d. La integración de datos se pone interesante**

Hoy en día, muchas empresas desean hacer análisis ágiles. Quieren proporcionar los datos adecuados a las personas apropiadas con rapidez. Es un gran reto porque los datos se encuentran en diversos lugares.

Trabajar con distintas fuentes de datos puede ser engorroso, imposible o ambas cosas.

En 2016 se sumaron muchísimos participantes al espacio de integración de datos. Con el incremento de herramientas sofisticadas y la incorporación de nuevas fuentes de datos, las empresas ya no pretenden recopilar todos sus bytes en un mismo lugar. Los usuarios se conectaron a cada conjunto de datos, sin importar su ubicación, y los combinaron o unieron con herramientas y métodos más ágiles [8].

#### **e. El análisis avanzado ya no es solo para analistas**

Dentro de las organizaciones, quienes se dedican al análisis se están volviendo más sofisticados. Llegaron a un punto en el que esperan más que un simple gráfico basado en sus datos. Desean una experiencia de análisis más amplia y significativa.

Las organizaciones implementarán plataformas que permitan a los usuarios realizar cálculos estadísticos, hacer una serie de preguntas y mantener el ritmo de sus análisis.

#### **f. El despliegue del análisis y los datos en la nube.**

En 2015 las personas comenzaron a aceptar la nube. Se dieron cuenta de que poner cosas en ella es sencillo y ofrece mucha escalabilidad. También descubrieron que el análisis en la nube aporta agilidad. En 2016, aún más personas migraron a la nube gracias, en parte, a las herramientas que les permitieron consumir datos web. Los usuarios pioneros obtuvieron conocimientos a partir de sus datos. El resto se dio cuenta de que debería seguir ese camino. Cada vez más empresas usarán el almacenaje en la nube para analizar una mayor canti-

dad de datos con más rapidez. Aumentará más la confianza en este medio [9].

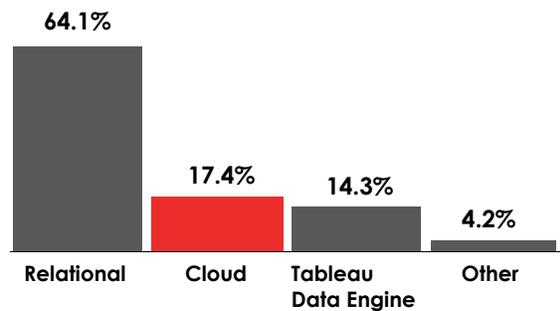


Figura 6. Nube como un porcentaje de todas las fuentes de datos, con exclusión de archivos planos

#### **g. El análisis móvil se independiza**

El análisis móvil creció y se independizó. Ya no es una simple interfaz para productos de inteligencia de negocios heredados. En 2015, aparecieron productos que ofrecen una experiencia fluida y priorizan la tecnología móvil. Trabajar con datos fuera de la oficina pasó de ser una tarea pesada a ser una parte dinámica del proceso de análisis [10].



Figura 7. Un móvil, complemento de las tareas diarias

#### **h. La gente comienza a profundizar en los datos del Internet de las Cosas.**

Existen las condiciones necesarias para que el Internet de las Cosas (IoT) amplíe aún más su relevancia. Al parecer, cualquier objeto cotidiano estará dotado de un "sensor" que enviará información. Considere todos los datos que generan los dispositivos móviles en un día. Eso es solo la punta del iceberg. A medida que se incrementa el volumen de datos en la IoT, también aumentan las posibilidades de obtener información. Las empresas buscarán herramientas que permitan a los usuarios explorar los datos y, después, compartir sus descubrimientos de manera segura, administrada e interactiva [11].



Figura 8. El Internet de las Cosas (IoT)

**i. Aparecen nuevas tecnologías para acortar las brechas**

Hay numerosas tecnologías nuevas en el entorno de la inteligencia de negocios. A medida que estas se introduzcan en el mercado, aparecerán brechas que deberán acortarse con el tiempo. Y habrá nuevas empresas que se encargarán de eso.



Figura 9. Un mundo conectado, un mundo informado

Los aceleradores de Hadoop, la integración de datos NoSQL, la integración de datos de la IoT y las redes sociales mejoradas brindan oportunidades para la fundación de nuevas empresas. En 2016 surgieron nuevos actores que se encargaron de acortar las brechas y se consolidaron en el mercado. Además, las organizaciones continuaron dejando atrás las soluciones únicas para adoptar una gama abierta y flexible que incluya estas nuevas tecnologías [12].

**j. Social Intelligence: Social Media, Marketing y Business Intelligence.**

Gracias a la recopilación de los datos que están dispersos por diferentes fuentes de datos comentadas anteriormente, una empresa puede obtener beneficios a corto y medio plazo:

- Optimización del marketing. Es posible saber a qué sector enfocar una campaña de marketing y saber por qué tenemos que focalizar esta estrategia en ese sector.
- Capturar ideas y clientes insatisfechos. Se identifica lo que el cliente piensa o desea de nuestros productos.
- Ver las "lagunas" en nuestros productos y servicios de la organización a través de los usuarios.
- Identificar y controlar las principales tendencias, comprender cuándo surgen críticas para proteger la experiencia del cliente o marca. Mediante los comentarios en las Redes Sociales se pueden obtener las ideas y problemas que han tenido los clientes y así poder mejorar el producto actuando de forma inmediata. Además, se podrá identificar mediante estas tendencias a cuáles se pueden adaptar los productos y así acortar el periodo de adaptación a las mismas.
- Análisis de los sentimientos producidos. "¿Qué opinan de nosotros?" o "¿qué opinan de nuestro nuevo producto?" son solo dos ejemplos que difícilmente se pueden responder sin analizar toda la información en las redes sociales. Por ejemplo, si sale una campaña en un país se tendrá miles y miles de opiniones que habrá que procesar de alguna forma. Gracias a los algoritmos de Minería de Textos se puede extraer el sentimiento de estas opiniones para saber qué están opinando y filtrar por criterios personales para extraer todo el conocimiento.

Termino citando una frase que viene perfecta al caso:

**«In God we trust.  
All the rest bring data»**  
Barry Beracha, ex CEO Sara Lee

## Referencias

- [1] "Social Media: de moda a tendencia en los negocios", 2014. [En línea]. Universidad La Salle, Ciudad de México". Disponible en: <http://www.lasalle.mx/blog/social-media-de-moda-a-tendencia-en-los-negocios/>. [Accedido: 20 -ene-2017]
- [2] Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). "CEPALSTAT : Bases de datos y publicaciones estadísticas", 2015. [En línea]. Disponible en: [http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB\\_CEPALSTAT/Portada.asp](http://estadisticas.cepal.org/cepalstat/WEB_CEPALSTAT/Portada.asp). [Accedido: 22-ene-2017]
- [3] L. S., Soriano, "Por qué fracasan las Pymes", 2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/por-que-fracasan-las-pymes/>. [Accedido: 22 -ene-2017]
- [4] R. Galán, "15 tendencias que deberías aplicar a tu estrategia de negocio", 2015. [En línea]. Emprendedores. Disponible en: <http://www.emprendedores.es/ideas-de-negocio/tendencias-negocios-2016>. [Accedido: feb -24-2017]
- [5] J. Canesa Caralt y J. Curto Díaz, "Introducción al business intelligence. 2010". [En línea]. Disponible en: [https://blogvirtualtec.files.wordpress.com/2015/02/introduccion\\_al\\_business\\_intelligence.pdf](https://blogvirtualtec.files.wordpress.com/2015/02/introduccion_al_business_intelligence.pdf). [Accedido: 10 -feb-2017]
- [6] L. Calzada y J.L. Abreu, "El impacto de las herramientas de inteligencia de negocios en la toma de decisiones de los ejecutivos". Daena: International Journal of Good Conscience, vol.4 no. 2, pp.16-52, sep. 2009.
- [7] Siemens. "Generación de Reportes Visuales: Siemens PLM Software", 2011. [En línea]. Disponible en: [https://www.plm.automation.siemens.com/es\\_sa/products/nx/for-design/visual-analytics/reporting.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/products/nx/for-design/visual-analytics/reporting.shtml). [Accedido: 27 -feb-2017]
- [8] D. Linthicum, "5 Things That Will Drive Data Integration Over the Next 10 Years". The Informatica Blog - Perspectives for the Data Ready Enterprise, 2015. [Online]. Available: <https://blogs.informatica.com/2015/07/22/5-things-that-will-drive-data-integration-over-the-next-10-years/#fbid=ZtqNC6R1s6L>. [Accessed: 22-Feb-2017]
- [9] E. Campos, "Tracking the Rapid Rise in Cloud Data", 2015. [Online]. Available: <https://www.datanami.com/2015/05/01/tracking-the-rapid-rise-in-cloud-data/>. [Accessed: 23 -Feb-2017]
- [10] A. Bridgwater, "Tableau Puts Data Visualization On The iPad", 2015. Forbes. [Online] Available: <http://www.forbes.com/sites/adrianbridgwater/2015/10/22/tableau-puts-data-visualization-on-the-ipad/>. [Accessed: 25 -Mar- 2017]
- [11] J. Eiloart , "The Internet of 'Thingalytics'", IoT Now - How to run an IoT enabled business [Online]. Disponible en: <https://www.iiot-now.com/2015/08/17/35904-the-internet-of-thingalytics/>. [Accessed: 27 -Mar- 2017]
- [12] S. Mulligan, "BI's Inflection Point: The New Fast Data Exploration Mandate", 2015. [Online]. Available: <https://www.datanami.com/2015/09/30/bis-inflection-point-the-new-fast-data-exploration-mandate/>. [Accessed: 22 -Mar-2017]

# CIBERCRIMEN E INFORMÁTICA FORENSE: INTRODUCCIÓN Y ANÁLISIS EN EL SALVADOR

**César Eduardo Vásquez Mata**

Técnico en Redes Informáticas. Docente de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Sede Central.  
E-mail: cesar.vasquez@itca.edu.sv

**José Mauricio Regalado González**

Técnico en Redes Informáticas. Docente de Escuela de Ingeniería en Computación. ITCA-FEPADE Sede Central.  
E-mail: jose.regalado@itca.edu.sv

**Ricardo Salvador Guadron**

Ingeniero Electricista. Director de Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Sede Central.  
E-mail: rguadron@itca.edu.sv

## Resumen

En este artículo se explica la situación de cibercrimen e informática forense, la importancia e interés dado por los gobiernos alrededor del mundo a este tema y un breve análisis enfocado en El Salvador a raíz de las medidas que abarcan leyes y políticas públicas referentes a ello. Finalmente se emite una crítica y conclusiones acerca del curso de la ciberseguridad en el país.

## Palabras clave

Protección de datos, legislación de las comunicaciones, Leyes – El Salvador, derecho a la privacidad, derecho a la informática, cibernética.

## Abstract

This article explains the situation of cybercrime and computer forensics, the importance and interest given by governments around the world to this matter and a brief analysis focused on El Salvador as a result of measures that include laws and public policies relating to it. Finally, a review and recommendations about the course of cybersecurity in El Salvador.

## Keywords

Data protection, legislation of communications, Laws - El Salvador, right to privacy, right to information technology, cybernetics.

## Introducción

A finales de los años noventa el mundo vivió una revolución en las comunicaciones: la Internet. Las tecnologías de la información tuvieron un auge importante en esta década, al punto que a su cierre se generó lo que conocemos como la "Burbuja punto com", el periodo en el que muchas empresas vinculadas al Internet tuvieron un alza en sus cotizaciones en la bolsa, y aunque para el año 2003 los efectos de esta burbuja derivaron en la quiebra de muchas de estas empresas, otras tantas sobrevivieron a la ola, se mantuvieron en el mercado y hoy en día resultan tener mucha influencia, no solo en los aspectos económicos, comerciales y tecnológicos, sino en la vida diaria de muchas personas.

Compañías como Facebook, Apple, Google, Amazon, Pay-Pal, Netflix, entre muchas otras, componen una parte importante del estilo de vida de muchas personas, y no solo resultan ser herramientas de ocio, sino también de trabajo e investigación. Este cambio en la dinámica social se hace obvio si tomamos en cuenta que actual-

mente habría más de 3 mil millones de personas conectadas a Internet, casi la mitad de la población mundial, y que el crecimiento en el número de usuarios ha sido de más de un 800% desde el año 2000 [1].

Aunque estas compañías han llevado progreso tecnológico a la humanidad con sus productos, también para los usuarios representan un riesgo, pues mucha de su información se encuentra en Internet y en las redes sociales. Para enero de 2016 se estimó que más de 2 mil millones de personas eran usuarias activas de redes sociales, lo que representa casi un tercio de la población mundial [2]. Toda esta información resulta ser valiosa en el mundo por diversas razones, esa misma importancia hace que se busque obtenerla, muchas veces, de forma ilegal, por lo que aparece la figura de cibercrimen.

Este ensayo muestra los puntos básicos en el tema y su importancia alrededor del mundo. También se muestran los avances que El Salvador ha hecho con un breve análisis acerca de su situación.

Recibido: 27/03/2017 - Aceptado: 11/06/2017

## Cibercrimen

### A. Los primeros pasos

El cibercrimen ocurre cuando tecnologías de la información son utilizadas para cometer o conceder una vulneración. Este tipo de figura abarca fraudes financieros, sabotaje de datos y/o redes, robo de información privada, denegación de servicio o penetración externa al sistema de información, acceso no autorizado y virus informáticos [3]. Dados estos riesgos, el cibercrimen se ha convertido en un tema de seguridad nacional en países como Estados Unidos, sobre otras amenazas como el terrorismo y el espionaje, a tal punto que en el año 2013 el FBI notificó que tres mil compañías estadounidenses habían sido víctimas de ciberintrusiones. Su importancia se hizo tal que un año después, en una investigación que hizo la firma PwC, se encontró que el 69% de los directores ejecutivos de Estados Unidos que participaron en este estudio se mostraron preocupados por el impacto de las amenazas digitales, alrededor del mundo; 49% de las personas encuestadas pensaban igual [4].

Las empresas, sobre todo en Estados Unidos, invierten cantidades exorbitantes de dinero en infraestructura de ciberseguridad por la cantidad de datos que poseen y por lo valioso, confidencial y preciado que son. En 2013 se estimó que las inversiones globales en seguridad alcanzaban los 1.7 mil millones de dólares; esto alcanzó los 2.5 mil millones en 2014 según CB Insights y se esperaba que este monto fuera superado en 2015. Para 2019 se estima que el gasto total en tecnologías de seguridad informática alcance los 108 mil millones de dólares, según la firma Gartner [5].

Cada año las amenazas de ciberseguridad se van aumentando, y aunque se han hecho esfuerzos importantes por reforzar la seguridad en sitios web, los dispositivos móviles resultan ser el nuevo foco de atención para los atacantes. Según el Reporte de Amenazas de Seguridad en Internet, aproximadamente un millón de aplicaciones, de poco más de seis millones analizadas, fueron reconocidas como software malicioso en 2014; asimismo, las vulnerabilidades de los dispositivos móviles han ido en aumento, contabilizándose 168 nuevas en ese año, superando las 127 de 2013. Una tendencia contraria a las vulnerabilidades en sitios web [6].

La información, sobre todo corporativa, resulta ser muy valiosa y cotizada, por lo que una de las formas de ataque más populares es el "spear phishing", una variante del phi-

shing, cuya diferencia radica en personalizar el ataque con técnicas de ingeniería social, a manera que el objetivo no sospeche que está siendo víctima de un ataque [7]. De acuerdo con el Reporte de Amenazas de Internet de Symantec, aunque hay un avance en el combate de este tipo de ataque, dado el decrecimiento en el número de ataques, resulta ser sumamente común para cuestiones como el espionaje industrial; muestra de ello fue que 4 de cada 10 ataques de este tipo fueron hechos a empresas grandes, con más de 2,500 empleados [6].

### B. Combate al cibercrimen en el mundo

El contemplar todas estas amenazas no es algo nuevo; desde la década de los años ochenta se ha planteado establecer legislaciones que combatan el cibercrimen, sin embargo, el punto clave en este tema es el Convenio de Budapest sobre la Ciberdelincuencia, año 2001. Y aunque existen críticas a esta convención, pues no estipula un modelo de legislación para estos delitos [8], sí define los delitos y da un esbozo de los lineamientos que tendría que seguir el país, en un esfuerzo por armonizar legislaciones entre naciones.

El Convenio sobre Ciberdelincuencia<sup>1</sup> reconoce los siguientes crímenes:

#### 1. Delitos contra la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad de los datos y sistemas informáticos

- **Acceso ilícito:** acceso deliberado e ilegítimo a todo o parte de un sistema informático.
- **Intercepción ilícita:** interceptación deliberada e ilegítima por medios técnicos de datos informáticos en transmisiones no públicas dirigidas, originadas o efectuadas dentro de un sistema informático, incluyendo las emisiones electromagnéticas provenientes del mismo.
- **Ataques a la integridad de los datos:** daño, borrado, deterioro, alteración o supresión deliberada e ilegítima de datos informáticos.
- **Ataques a la integridad del sistema:** obstaculización grave, deliberada e ilegítima del funcionamiento de un sistema informático.
- **Abuso de los dispositivos:** producción, comercio o intercambio de contraseñas y dispositivos que faciliten o cometan los delitos descritos anteriormente.

#### 2. Delitos informáticos

- **Falsificación informática:** generación de datos no auténticos, por medio de la alteración, introducción, borrado

1. Disponible en: [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014\\_2019/documents/libe/dv/7\\_conv\\_budapest\\_/7\\_conv\\_budapest\\_en.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/libe/dv/7_conv_budapest_/7_conv_budapest_en.pdf)

o supresión, con la intención de hacerles pasar como tal.

- **Fraude informático:** perjuicio patrimonial a otra persona mediante la manipulación de datos informáticos o interferencia en el funcionamiento de un sistema informático, buscando la obtención ilegítima de un beneficio económico para sí mismo o terceras personas.

Además, el Convenio reconoce delitos relacionados con la pornografía infantil, como la producción, oferta, difusión, transmisión, adquisición o posesión de pornografía infantil en sistemas informáticos o dispositivos de almacenamiento; también reconoce infracciones contra la propiedad intelectual, tentativa, complicidad y responsabilidad de personas jurídicas. Sin embargo, podría presumirse que delitos como la pornografía infantil están incluidos, dado que el uso de la tecnología computacional incrementa los casos en los que podría eludirse este tipo de delitos tradicionales, al igual que podrían tomarse el fraude y la falsificación [8]. En cuanto a los últimos delitos mencionados, el Convenio da bastante apertura para el establecimiento de legislaciones en cada uno de los países firmantes, por ello se decidió no extenderse más en dichos puntos en este artículo.

Posteriormente se hicieron esfuerzos por adaptar estas legislaciones a nuevas tecnologías de la información que fueron surgiendo con los años, el más importante de ellos fue en el año 2007, realizado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) en Ginebra, Suiza. Este organismo, por medio de un panel de más de 100 expertos, logró establecer una serie de recomendaciones por medio de la Agenda Global de Ciberseguridad (GCA), entre las cuales se habla de adaptar legislaciones a crímenes hechos con tecnologías de VoIP o videojuegos en línea, así como también de los procesos a realizar para investigar estos hechos, e incluso contemplar legislaciones contra el spam, robo de identidad, entre otras [9]. Sin embargo, aunque se hacen muchas sugerencias a las legislaciones sobre cibercrimen, todas parten de la base de la Convención de Budapest y, en síntesis, solo recomiendan a los países añadir o contemplar otras tecnologías de la información sobre la base del Convenio de Budapest, por lo que se puede concluir que al día de hoy sigue siendo el referente para la creación de cualquier marco legal acerca de cibercriminalidad.

### C. Cibercrimen en El Salvador

Parte de los esfuerzos de la ITU fue elaborar un índice que permitiera medir y clasificar los países del mundo

según su preparación ante el cibercrimen, por lo que junto con ABI Research desarrollaron el Índice Mundial de Ciberseguridad (IMC) para 193 países Estados Miembros<sup>2</sup>. El IMC se centra en cinco áreas de medición con los siguientes criterios:

#### 1) Medidas jurídicas

- a) Legislación Penal
- b) Reglamentación y Conformidad

#### 2) Medidas técnicas

- c) CERT/CIRT/CSIRT
- d) Normas
- e) Certificación

#### 3) Medidas organizativas

- f) Política
- g) Hoja de Ruta de Gobernanza
- h) Organismo Responsable
- i) Evaluación Corporativa Nacional

#### 4) Creación de capacidades

- j) Desarrollo de Normas
- k) Desarrollo Laboral
- l) Certificación Profesional
- m) Certificación del Organismo

#### 5) Cooperación

- n) Cooperación Interestatal
- o) Cooperación entre Organismos
- p) Asociaciones entre los Sectores Público y Privado
- q) Cooperación Internacional

La metodología del IMC, en líneas generales, es la siguiente: cada uno de estos criterios tiene una misma ponderación, de dos puntos cada uno, y el resultado del índice viene dado por el cociente de los puntos conseguidos entre el total, que es de 34. Finalmente, el resultado del IMC oscilará entre 0 y 1.

Para el informe de 2015, cuya investigación se realizó un año antes, Estados Unidos fue el líder mundial con un IMC de 0.824, sin embargo, el continente americano no fue la región mejor calificada, ya que este puesto corresponde a Europa. América es el penúltimo continente, solo superando a África, aunque con leves diferencias con respecto a Emiratos Árabes y Comunidad de Estados Independientes (CEI).

2. Disponible en: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/str/D-STR-SECU-2015-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-SECU-2015-PDF-E.pdf)

El Salvador logró un índice de 0.206, colocándose en la posición 22 de la clasificación mundial, empatando con otros países como Venezuela, Trinidad y Tobago, Guatemala, Paraguay, entre otros. Regionalmente, El Salvador está en posición 12; a nivel centroamericano solo lo superan Panamá y Costa Rica, siendo éste el mejor posicionado dentro del área. Sin embargo, es necesario recalcar que este informe, así como otro estudio más reciente del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), puntualizan falencias en la estructura de ciberseguridad para el país, dejando entrever que la cultura de ciberseguridad en El Salvador apenas está en una etapa inicial.

El perfil de El Salvador tanto para el informe de la ITU <sup>3</sup>, como para el del BID <sup>4</sup>, evidencia la intención de El Salvador por colocar la ciberseguridad como un tema de agenda nacional, además de destacar los esfuerzos por establecer una legislación específica para estos delitos, misma que no había sido aprobada en el momento en que los informes fueron publicados. Además, reconocen la existencia de un Equipo de Respuesta para Incidentes Informáticos (CIRT) o para Incidentes de Seguridad Informática (CSIRT) <sup>5</sup>, llamado SaICERT, aunque no se pudo profundizar acerca de quienes conforman este equipo, sus responsabilidades, jurisdicción y otros detalles; el BID solamente menciona que ha tenido limitantes por temas presupuestarios.

Los puntos débiles para El Salvador pasan por la infraestructura para el tratamiento de delitos informáticos, pasando por estrategias nacionales de coordinación y organización de seguridad y defensa cibernética, aplicación de normas y estándares internacionales de ciberseguridad, educación especializada sobre el tema y cultura nacional de la importancia de la seguridad informática, entre otras áreas. Sin embargo el panorama no es desalentador, pues a nivel centroamericano, solamente Costa Rica y Panamá cuentan con estructuras más sólidas en materia de ciberseguridad, el resto de países se ve levemente superado por El Salvador. Además, se reconocen dos aspectos concretos para el país: los avances que se están haciendo en materia de legislación, bastante sólidos pese a ser un tema relativamente nuevo para el país, y la importancia que se le está dando al tema de seguridad informática, sobre todo por el sector empresarial.

Puesto que la legislación salvadoreña sobre cibercrimen es uno de los puntos destacables para el país, se debe hacer un breve análisis al respecto. Al observar la

Ley Especial contra los Delitos Informáticos y Conexos es notoria la influencia del Convenio de Budapest, pues los delitos que reconoce este tratado son igualmente reconocidos por el Gobierno de El Salvador, los cuales se mencionaron anteriormente en este artículo.

Situaciones como el fraude y la falsificación informática, accesos ilícitos o ataques a sistemas informáticos, entre otras, son bien definidas en las leyes salvadoreñas, además de ello también se contemplan los ataques de denegación de servicio, el uso fraudulento de tarjetas inteligentes, interceptación de transmisiones de sistemas informáticos, el robo de identidad y el comercio de credenciales de acceso a equipos informáticos o datos personales. Sin embargo, no se toma en cuenta el uso de sistemas informáticos con respecto a los derechos de autor y la propiedad intelectual, siendo este un punto endeble en la legislación. Sumado a ello, otro punto que no retoma esta ley es con respecto al derecho procesal y la forma en que las autoridades reaccionarían ante un delito informático.

A nivel centroamericano, El Salvador tiene intenciones de construir una estructura de combate al cibercrimen, un punto muy fuerte es la recién publicada Ley Especial contra los Delitos Informáticos y Conexos. Sin embargo su preparación general para el combate al cibercrimen no sale tan bien evaluada como Panamá o Costa Rica, por el hecho que El Salvador recién ha incorporado en su agenda nacional el tema de delitos informáticos, a diferencia de estas otras naciones, que ya establecieron su legislación correspondiente y se incorporaron a tratados internacionales, como Panamá, suscrito al Convenio de Budapest desde 2014, y determinaron, organizaron y forjaron instituciones que se encargarían de delitos informáticos, delimitando tareas y responsabilidades asesorándose de otros organismos especializados.

Para El Salvador, el camino del combate al cibercrimen empieza, pero dista de convertirse en un tema de nación; se dio un paso importante con la Ley Especial contra los Delitos Informáticos y Conexos, pero quedan tareas pendientes para el país para establecer una verdadera cultura de seguridad informática, lo que conlleva aspectos de educación, creación de instituciones, políticas públicas, infraestructura, reacción ante el cibercrimen, el derecho procesal de estos delitos y su forma de investigación, como es el caso de la informática forense.

3. Global Cybersecurity Index & Cyberwellness Profiles (pp. 182-183)

4. Cybersecurity: Are We Ready in Latin America and The Caribbean? – 2016 Cybersecurity Report (pp. 74-75)

5. Both terms could take as equals, and every report uses each one, but they are no synonymous, there are differences but this paper won't go deeper in that. For more information, consult the next source: <http://www.networkworld.com/article/2328305/lan-wan/certs-and-cirts--homonyms-but-not-synonyms--part-1.ht>

La informática forense es una ciencia moderna que permite reconstruir lo que sucedió en un sistema tras un incidente de seguridad. Este análisis puede determinar quiénes, desde donde, cómo, cuándo y qué acciones realizó un intruso para ocasionar un incidente de seguridad en el sistema [10]. Para manejar e implementar este análisis de forma eficiente debe existir una cultura de seguridad informática, dado que resulta determinante conocer el entorno tecnológico, usos y configuración en empresas e instituciones para realizarlo [11].

El Salvador ha dado un paso importante con la reciente aprobación de la Ley Especial contra los Delitos Informáticos y Conexos, la cual define la clasificación de los cibercrímenes, pero omite muchos de los elementos más importantes en la presentación de la evidencia en informática forense dado que la Ley no explica el proceso científico que se debe seguir para la aceptación de esta evidencia en una corte judicial. Un proceso aceptado y descrito en la Ley podría ser una herramienta perfecta para que no se pudiera refutar la veracidad de los elementos encontrados en la inspección del sistema, como afirman muchos autores, los fundamentos de una investigación radican en la determinación de una cadena de custodia donde información crucial tiene un primer contacto con el equipo de inspección.

Para ello se recurre al modelo de Casey, que determina el proceso para examinación de evidencias digitales

enlistando los siguientes pasos [12]:

1. Identificación.
2. Conservación, Adquisición y Documentación.
3. Clasificación, Comparación e Individualización.
4. Reconstrucción.

En la Ley Especial contra los Delitos Informáticos y Conexos salvadoreña, estos pasos o cualquier proceso de investigación, no están definidos. Esto puede considerarse un punto débil en la estructura de ciberseguridad en el país.

#### **“Caso Troll Center”<sup>6</sup>**

A principios de 2016, el tema de ciberseguridad tuvo un lugar en la agenda política nacional con un incidente conocido como “El caso Troll Center”. No fue claramente un fraude, pero sí un ataque que demostró vulnerabilidades en la infraestructura de red de dos de los periódicos más importantes en El Salvador.

Más allá de las consecuencias políticas y mediáticas, el tratamiento de las autoridades en todo el caso mostró falencias. El procesamiento de las evidencias informáticas y tecnológicas involucradas no fue del todo claro, y la ausencia, en ese entonces, de una Ley Especial contra los Delitos Informáticos y Conexos, impidió que este caso se abordara de una manera técnica y bajo un marco legal sólido.

## Conclusiones

Aun cuando El Salvador ha hecho esfuerzos relevantes por la construcción de una estructura de ciberseguridad, existen puntos omitidos. La Ley Especial contra los Delitos Informáticos y Conexos es una herramienta importante en el combate al cibercrimen, pero necesita mejorar mediante revisiones graduales, adaptándose a las últimas tecnologías de la información y contemplando otras existentes.

El Gobierno de El Salvador no ha establecido instituciones públicas dedicadas al manejo de la ciberseguridad y/o combate al cibercrimen; existe una diferencia importante entre El Salvador y otros países desarrollados, por lo tanto, sería un descuido no tratar el tema de ciberseguridad como una política pública.

Existe una deficiencia en la discusión técnica por parte del Gobierno y la adopción de correctos y definidos procedimientos de investigación y la toma de acciones legales contra el cibercrimen, omitiendo cosas como la recolección de datos y la custodia de los mismos y los sistemas incorporados bajo estándares internacionales.

El Salvador debe establecer una cultura de ciberseguridad donde todos los habitantes conozcan el riesgo de los ciberataques y su prevención, dado el creciente uso de las tecnologías de la información. En tal sentido, el aspecto educacional es necesario y debe ser definido como una política pública.

6. Información de este caso disponible en: <http://www.elsalvador.com/articulo/sucesos/como-funciona-troll-center-92943>

## Referencias

- [1] Miniwatts Marketing Group, "World Internet Users Statistics and 2015 World Population Stats", Miniwatts Marketing Group, 2015. [Online]. Available: <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>. [Accessed: 8 -Abr- 2016]
- [2] S. Kemp, "Global Social Media Statistics 2016", we Are Social, 2016. [Online]. Available: <http://www.smartinsights.com/social-media-marketing/social-media-strategy/new-global-social-media-research/>. [Accessed: 8 -Abr- 2016]
- [3] J. Vacca, "Occurrence of cyber crime", Computer Forensics: Computer Crime Scene Investigation, Massachusetts, Charles River Media, 2002, p. 56.
- [4] PwC, "US State of Cybercrime Survey", 2014. [Online]. Available: <http://www.pwc.com/us/en/increasing-it-effectiveness/publications/assets/pwc-2014-us-state-of-cybercrime.pdf>. [Accessed: 13 -Abr- 2016]
- [5] Fortune, "Cyber Security Investing Grows, Resilient to Market Turmoil – Fortune", Reuters, 2015. [Online]. Available: <http://fortune.com/2015/09/23/cyber-security-investing/>. [Accessed: 13 -Abr-2016]
- [6] "Internet Security Threat Report", 2015. vol. 20 [Online]. Available: [https://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/other\\_resources/21347933\\_GA\\_RPT-internet-security-threat-report-volume-20-2015.pdf](https://www.symantec.com/content/en/us/enterprise/other_resources/21347933_GA_RPT-internet-security-threat-report-volume-20-2015.pdf). [Accessed: 15-Abr-2016]
- [7] K. Zetter, "Hacker Lexicon: What are phishing and spear phishing? WIRED" Wired, 2015. [Online]. Available: <https://www.wired.com/2015/04/hacker-lexicon-spear-phishing/> [Accessed: 29 -Abr-2016]
- [8] S. Brenner, "The Council of Europe's Convention on Cybercrime", Cybercrime: Digital Cops in a Networked Environment, pp. 207-220, 2007.
- [9] S. Schjolberg, "Report of Chairman of HLEG" 2007. [Online]. Available: <http://www.itu.int/en/action/cybersecurity/Documents/gca-chairman-report.pdf>. [Accessed: 10 -May- 2016]
- [10] H. Rifa Pous, J. Serra Ruiz y J. L. Rivas López, "Análisis forense de sistemas informáticos", Catalunya: Universitat Oberta de Catalunya, 2009.
- [11] M. Gómez, "Profesiones", 2009. [En línea]. Disponible en: <http://www.profesiones.org/var/plain/storage/original/application/eedc949a2016ed79702dbdfba5db9433.pdf>. [Accedido: 03 -jun- 2016]
- [12] S. Ó Ciardhuáin, "An Extended Model of Cybercrime", vol. 3. No. 1, 2004. [Online] Available: <https://www.utica.edu/academic/institutes/ecii/publications/articles/A0B70121-FD6C-3DBA-EA5C3E93CC575FA.pdf>. [Accessed: 3 -Jun- 2016]

# UN COMPONENTE PRIMORDIAL EN LA FORMACIÓN TÉCNICA INTEGRAL: LA FORMACIÓN DE TÉCNICOS COMO PERSONAS

**Mario Alsidés Vásquez Cruz**

Licenciado en Administración de Empresas, con Maestría en Dirección de Empresas. Director de ITCA-FEPADE, Centro Regional San Miguel. E-mail: mvasquez@itca.edu.sv

## Resumen

La economía mundial tiende a la automatización, la Inteligencia artificial, la realidad aumentada y a la Internet de las Cosas. Muchos de los trabajos que ahora existen, en el futuro no estarán disponibles para la nueva fuerza laboral, inclusive la fuerza laboral activa corre el riesgo de perder muchos puestos de trabajo [1]. Ante esta nueva realidad económica y tecnológica, es necesario que las fuerzas que integran nuestra sociedad organicen esfuerzos para poder entender las amenazas y las oportunidades que de ella se desprenden. A partir de ahí habrá que establecer los mecanismos que les permitan hacer frente de mejor manera a los peligros y sacar el máximo provecho a las potencialidades. La academia, a nivel superior, seguirá teniendo uno de los roles principales en la forma como se enfrentará esta nueva era. Tendrá que estar atenta para que las competencias que están desarrollando en las personas que se forman en sus campus no estén alejadas de las nuevas demandas laborales. En esta labor, estar al día con las herramientas para desarrollar los conocimientos y habilidades, requerirá de una cantidad enorme de recursos suficientes para adquirir los equipos, las tecnologías y el talento humano docente. Sin embargo, desarrollar las denominadas habilidades blandas o suaves, que les permitirán a los estudiantes desenvolverse competentemente en el mundo del trabajo tecnificado, siempre requerirá menos recursos económicos y más actitudes y aptitudes institucionales.

## Palabras clave

Formación profesional, competitividad, habilidades blandas, personalidad, competencias laborales, formación moral.

## Abstract

The world economy tends to automation, artificial intelligence, augmented reality and the Internet of Things. Many of the jobs that now exist in the future will not be available to the new workforce, even the active workforce risks losing many jobs. Faced with this new economic and technological reality, it is necessary that the forces that make up our society organize efforts to understand the threats and opportunities that arise from it. From there we will have to establish the mechanisms that allow them to better cope with the hazards and make the most of potentialities. The academy, at a higher level, will continue to have one of the main roles in how this new era will be faced. You will have to be aware that the competences that are developing in the people that form in their campus are not far from the new labor demands. In this task, being up to date with the tools to develop the knowledge and skills, will require a huge amount of resources sufficient to acquire the equipment, technologies and human teaching talent. However, developing so-called soft or soft skills, which will allow students to competently develop themselves in the world of technified work, will always require less economic resources and more institutional attitudes and skills.

## Keywords

Professional training, competitiveness, soft skills, personality, labor competencies, moral training.

## Introducción

El presente artículo se refiere a la particular visión del autor sobre el futuro que se avecina, con el advenimiento de la nueva era que está marcando el acelerado desarrollo de las nuevas tecnologías como

la automatización y la inteligencia artificial, la era que algunos denominan la cuarta revolución industrial.

Pero principalmente se presenta una idea de cómo

ciertos componentes de las competencias que se demandarán en esta nueva realidad económica no cambiarán, como son la parte actitudinal, el componente que tiene que ver con el ser. Ante lo anterior se plantea la necesidad de que las Instituciones de Educación Superior puedan darle la importancia a este componente integrándolo en todo el quehacer académico, administrativo y gerencial, de tal manera que los estudiantes se enfrenten con que la realidad que observan concuerda con lo que se pregona en las aulas.

## Desarrollo

La tendencia de la economía mundial es hacia la alta tecnificación. La automatización, la robótica, el desarrollo de la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas y muchas otras, están tomando auge y posicionándose como elementos sobre los cuales se sentará el futuro de la humanidad. Es ahora difícil pensar que la vida del ser humano pueda ser independiente de esta tendencia y que el desarrollo de las empresas, sus productos y servicios, puedan llevarse a cabo pasando por alto esta realidad.

Lo anterior implica que el mercado laboral ofrecerá, cada vez más, puestos de trabajo que, para desempeñarlos eficientemente, el recurso humano deberá estar especializado con nuevas competencias. Esto puede implicar que las personas que estén en el mercado de recursos humanos, sin las capacidades que demandan esos puestos de trabajo, no podrán incorporarse como agentes activos en esta nueva realidad económica. En realidad, ya existe el temor, que se ha expresado en muchas entidades internacionales como el Foro Económico Mundial y el Harvard Business Review, de cuántas personas serán desplazadas de sus puestos de trabajo o que no encontrarán una oportunidad laboral en el futuro, cuando estas nuevas tecnologías alcancen su madurez, sin que hasta ahora se tenga una respuesta certera del impacto real que ello pueda tener, ya que históricamente las economías se han adaptado a estos eventos disruptivos, en cada una de las revoluciones industriales [2].

Si bien es cierto que esta madurez es algo que no se alcanzará en el futuro próximo, la pregunta que si es urgente hacerse y contestarse es si sabemos cuáles son las competencias que demandará el mercado laboral y cuáles son los pasos que se están dando para obtenerlas de parte del mercado de recursos humanos, y otorgándolas de parte de la academia.

Si validamos como cierta la teoría, por ser ampliamente aceptada, que establece que las competencias

laborales de una persona se componen de tres elementos básicos, como son: **el conocimiento teórico, la capacidad o habilidad de aplicar ese conocimiento para solucionar situaciones problemáticas y una cultura de valores y principios universales**, y que si falta alguno de éstos, las competencias no pueden considerarse integrales [3]. Podemos hacer una aproximación teórica de cuáles pueden ser los elementos que componen las competencias que pueden sobrevivir y seguir estando vigentes en el futuro, porque con seguridad habrán siempre aspectos innatos de la naturaleza humana, que una máquina o un software, por muy desarrollada que esté la inteligencia artificial, no podrán hacer. Seguramente, los dos primeros componentes de las competencias serán los que estarán expuestos a mayores cambios y serán a los cuales tendrán menos acceso y por lo tanto difíciles de adquirir por amplios sectores de la humanidad con recursos bajos y medios.

En vista de lo anterior, será necesario que el enfoque de la academia se oriente a fortalecer programas transversales que permitan a sus estudiantes adquirir y desarrollar las denominadas habilidades suaves, que les permitirán desenvolverse competentemente en el mundo del trabajo tecnificado y que sean la base para la creatividad e innovación. Esos programas deberán ir más allá de la formación de un nivel de pensamiento único, que lleva a las personas a responder de una forma mecanizada y obediente a las directrices de la nueva economía, sino más bien el reto será como conducir a los estudiantes, en un ambiente que potencie la creatividad y la innovación, en el marco de unos principios universalmente aceptados como válidos de comportamiento, hacia niveles elevados de humanidad que las máquinas jamás podrán alcanzar.

El reto que se presenta a la academia parece de grandes dimensiones, sobre todo por la escasez de los recursos que se pueden necesitar para implementar programas efectivos. Además, están presentes las dificultades agregadas, entre las cuales está el hecho que los estudiantes provienen y conviven en entornos que no favorecen su formación como personas. La familia, que debiera ser la principal fuente de formación de las bases humanistas de los jóvenes está fallando en esta tarea.

A pesar de las dificultades reales planteadas, hay mucho que se puede hacer en el día a día para que el paso de los jóvenes por el proceso de formación superior, con los recursos que ya se cuentan en la academia, tenga un impacto positivo en sus vidas, presentes y futuras. Lo primero tiene que ver con la labor docente

en el aula y, aun, fuera de ella. Afortunadamente ya los programas de estudio, en el contenido de cada módulo contemplan la formación integral del educando. La formación basada en competencias requiere que, en cada etapa de formación de una competencia, el docente tenga la capacidad de integrar, compartir y evaluar los aprendizajes en un contexto de principios y valores que la vida real en el trabajo demanda. Hay aquí entonces mucho por hacer, para lo cual se requiere un compromiso de todos los involucrados para que esto sea una vivencia real en el aula, pero principalmente del docente, siendo que es éste quien permanece más tiempo de forma presencial con el alumno.

Pero además, los campus en su conjunto y sus diferentes instancias, debieran convertirse en escenarios reales en los cuales los estudiantes pudieran observar, participar, experimentar y comparar la manera en que se hacen las cosas en relación con un estándar de comportamiento con el que ellos son formados y evaluados en las aulas.

Los campus, en sus diferentes instancias, debieran convertirse en oasis dentro de un amplio desierto, donde los estudiantes se sienten valorados, aceptados, comprendidos, animados y motivados a convertirse en lo que se les inculca permanentemente en el aula: ser transformados en personas integrales.

En las aulas y fuera de ellas, los jóvenes deben sentirse tratados como las personas que esperamos se conviertan en el futuro. Deben ser vistos como si ya fueran profesionales íntegros, competentes, capaces de transformar la realidad. Se debe lograr que alcancen a percibir que la disciplina y el rigor académico es bueno y necesario, ya que así serán tratados en el ámbito profesional.

Cuando se ayuda a los estudiantes a ver el rigor académico como parte de un proceso que se integrará a su éxito profesional, que ya se ve como una realidad en ellos, les será más fácil someterse a dicho rigor y sobre todo aprender las otras competencias que complementan su formación holística.

## Reflexión

Como ya lo ha expresado Stephen R. Covey, autor de **Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva**, al comentar acerca de los estudios sobre el efecto Pigmalión, las personas al final se convierten en aquello que les decimos que son [4]. Por lo tanto, si tratamos a nuestros estudiantes como personas, como los profesionales que llegarán a ser, la adaptación de éstos al vasto universo tecnológico que se les está abriendo frente a sus ojos, será menos traumática y probablemente de éxito, porque al final el ser humano siempre será superior a la máquina más avanzada, dado que sin éste ésta última no existiría.

El gran reto siempre será cómo lograr que este trato con rigor académico y como persona, sea sistemático, lógico y ampliamente aplicado en cada ámbito y realidad que enfrenta el estudiante dentro del campus e incluso fuera de él, cuándo realiza su trabajo social y prácticas profesionales.

Cada miembro de la institución debiera enfocar sus actuaciones en su interacción con los estudiantes, teniendo en mente esa realidad en la que queremos que se convierta cada joven, como si ya lo fuera.

## Referencias

[1]. S. Klaus, "The Fourth Industrial Revolution: what it means and how to respond". World Economic Forum. [On line]. Available : <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>. [Accessed: 15 -Mar-2017]

[2] D. Kosbie, A.W. Moore, y M. Stehlik, "How to Prepare the Next Generation for Jobs in the AI Economy". Harvard Business Review, 5 de junio de 2017. [On line]. Available: <https://hbr.org/2017/06/how-to-prepare-the-next-generation-for-jobs-in-the-ai-economy>. [Accessed: 5 -Jun-2017]

[3] I. Chiavenato, Gestión del talento humano. 3a. ed. México, D.F., MX: McGraw-Hill Interamericana, 2009.

[4] S. R. Covey, Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva: la revolución ética en la vida cotidiana y en la empresa. Barcelona : Paidós, 1997.

## Instrucciones a los Autores

### NORMAS DE PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

La Revista Tecnológica es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, de periodicidad anual. Publica artículos científicos técnicos, académicos y de proyectos de investigación, asociados con las temáticas de las carreras técnicas e ingenierías que se imparten, tales como mecatrónica, gastronomía, arquitectura, química, computación y acuicultura.

La revista ha sido concebida para la comunidad académica y el sector productivo, como un aporte al desarrollo científico y tecnológico del país.

Los artículos que se presenten, deben cumplir con los criterios de originalidad, pertinencia, novedad y los lineamientos de redacción que se detallan a continuación.

### ESTRUCTURA DE LOS ARTÍCULOS

Cada artículo debe contener:

Título, subtítulo, autores, resumen, palabras clave, introducción, desarrollo o metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones, agradecimientos (opcional) y referencias de fuentes confiables impresas o electrónicas.

### TÍTULO Y SUBTÍTULO

Debe contener la información esencial del contenido del trabajo y ser lo suficientemente atractivo para invitar a su lectura.

En el caso de tener subtítulo, éste irá separado por dos puntos.

El título y subtítulo deben ser claros y concisos; se recomienda un máximo de 15 palabras que reflejen el contenido del artículo, letra Century Ghotic número 14. Si agrega subtítulo, máximo 10 palabras con letra número 12. No utilizar siglas ni abreviaturas. Adjuntar versión en inglés.

### AUTORES

Se indica el nombre y apellidos del autor o autores y su filiación institucional, indicando una dirección electrónica de contacto.

Ejemplo: Juan Antonio Pérez. Ingeniero Mecánico, Maestría en Educación, Docente Investigador, Coordinador Escuela de Ingeniería en Computación, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, Santa Tecla. Email japerez@itca.edu.sv.

Los autores son las personas que han hecho sustanciales contribuciones intelectuales en un trabajo de investigación a publicar. Si hay varios autores, el orden de quién encabeza la lista lo deciden entre ellos.

### RESUMEN /ABSTRACT

El resumen se debe redactar en un solo párrafo; se recomienda no exceder de 250 palabras. Debe contener los objetivos del trabajo, breve descripción del desarrollo de la metodología empleada, los resultados más destacados del estudio y las principales conclusiones y recomendaciones.

Comunica en forma rápida y precisa el contenido básico del artículo sin tener que recurrir al resto de la información. Adjuntar versión en idioma Inglés.

Esta es la única parte del artículo que será publicada por algunas bases de datos y es la que leen los investigadores o los interesados en las revisiones bibliográficas para decidir si es conveniente o no acceder al texto completo.

No debe contener abreviaturas, términos poco corrientes, referencia a gráficos o cuadros que figuren en el artículo, ni citas particulares.

### PALABRAS CLAVE

Son palabras del lenguaje natural o técnico, suficientemente significativas, extraídas del título o del contenido del documento.

El autor agregará como máximo cinco palabras clave para describir el contenido de su artículo. Adjuntar versión en idioma Inglés.

### INTRODUCCIÓN

La introducción contiene el problema y la justificación del trabajo. Presenta antecedentes que fundamentan la importancia del estudio. Recoge la información sobre el propósito del artículo presentado y el conocimiento actual del tema.

Da a conocer los rasgos generales del estudio.

De utilizarse siglas en el texto del artículo deberá indicarse su significado.

### DESARROLLO O METODOLOGÍA

Debe estar armonizado en su contenido para mantener la fluidez de la lectura.

Contiene la descripción de la metodología y procedimientos empleados. Para su organización se sugiere subdividirlo en diferentes secciones.

Se presentan las demostraciones, indagaciones y todo lo que el autor considere importante detallar y compartir. Se construye con párrafos de tipo expositivo, cada uno de los cuales expresa solo una idea.

Los métodos estadísticos deben describirse en detalle para su verificación.

En este apartado se describe el contenido medular del artículo y se brindan las explicaciones necesarias para hacer comprensible lo que queremos compartir.

### RESULTADOS

Es el apartado que se emplea para comunicar los hallazgos o resultados originales.

Los resultados deben dar respuesta a los objetivos específicos en una investigación.

Se describen las tendencias más sobresalientes del trabajo realizado; se respaldan con el análisis de los datos, procedimientos, diseños experimentales, técnicas y estrategias metodológicas.

Se debe incluir evidencia de la información estadística cuando aplica; incluir tablas, cálculos, gráficas e ilustraciones para una mejor visualización.

En una investigación es importante señalar todos los hallazgos para evitar a otros investigadores incurrir en errores metodológicos innecesarios.

### FIGURAS Y TABLAS

Deben ubicarse en el artículo con numeración consecutiva precedidas de la abreviatura Fig. o Tab. Las figuras pueden ser gráficos, dibujos o fotografías.

El texto de la figura, ilustración o tabla debe estar al pie de cada una y estar redactada de forma clara para no recurrir al texto para su interpretación. Se debe indicar la fuente de cada objeto utilizado; todas las figuras, imágenes y fotografías deben adjuntarse en formato JPG; asegurar la calidad con al menos 5 megapíxeles.

### CONCLUSIONES

Las conclusiones son los juicios emitidos por el autor sobre la base de los resultados obtenidos.

En un artículo científico se hace una síntesis de los

principales hallazgos, que a la vez, dan respuesta al problema de investigación o temática del artículo; también se comparan estos hallazgos con los resultados obtenidos por otros autores en temas similares.

Se deben relacionar las conclusiones con los objetivos específicos del estudio. Las conclusiones deben estar respaldadas por datos disponibles.

### RECOMENDACIONES / REFLEXIONES

Deben redactarse de tal forma que faciliten la toma de decisiones respecto al problema planteado, temática del artículo, los resultados alcanzados o futuras investigaciones. Se deben proponer alternativas de solución a un problema detectado en la temática o en la investigación.

Las recomendaciones deben ser claras y enfocarse en la búsqueda para incrementar el conocimiento, nuevas aplicaciones e innovaciones y brindar sugerencias sobre acciones futuras.

### AGRADECIMIENTOS (OPCIONAL)

Recoge los nombres de las personas o instituciones que contribuyeron en aspectos claves del trabajo de investigación del artículo.

Se recomienda incluir a las personas que colaboraron y que no cumplen con los lineamientos de autoría.

### REFERENCIAS DE FUENTES CONFIABLES CONSULTADAS: IMPRESAS Y ELECTRÓNICAS

En este apartado se hará referencia a todas las fuentes y documentos impresos, digitales y en línea consultados para soportar el artículo.

Las referencias bibliográficas preferiblemente se redactarán de acuerdo a las Normas IEEE.

Mayor información sobre normas IEEE disponible en:  
<http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/7302/FORMATO%20IEEE1.pdf>

<http://www.derecho.unam.mx/integridad-academica/pdf/IEEE.pdf>

Las referencias de sitios web deben ser de fuentes confiables y seguras; deben proceder de autores o instituciones de prestigio.

Las fuentes se citarán y redactarán de acuerdo con los ejemplos de referencias mostrados a continuación.

**EJEMPLOS DE REFERENCIAS**

## Libros

[1] Iniciales y Apellido, Título del libro en letra cursiva, Edición abreviado. Lugar de publicación: Editorial, Año de publicación, capítulo, páginas (abreviadas pp.)

## Artículo de una revista

[1] J. K. Autor, "Título del artículo," Título abreviado de la revista en letra cursiva, volumen (abreviado, vol.), número abreviado no.), páginas (abreviado pp.), Mes, Año

## Informe Técnico

[1] Iniciales y apellidos del autor, "Título del informe entre comillas," Nombre de la empresa, Sede de la empresa, Tipo de informe abreviado, Número de informe, Fecha de publicación

## Recursos de Internet

Los recursos disponibles en Internet pueden presentar una tipología variada: libros, revistas, portales, bases de datos, entre otros. Se citan igual que los documentos impresos, añadiéndoles la indicación [en línea] u [online], dependiendo del idioma en que se redacta la referencia. Concluye con la URL del sitio y fecha de consulta.

**NOTA:**

Al citar referencias bibliográficas en el texto del artículo, deberán indicarse en forma numérica entre corchetes y en orden correlativo.

**FORMATO PARA LA REDACCIÓN DE ARTÍCULOS**

Escribir el texto en programa Word y en idioma español. Letra Century Gothic número 10, tamaño carta y a doble columna.

Espacio y medio entre líneas y a doble espacio entre párrafos. Con márgenes: superior 2.5 cm; inferior 2.5 cm; izquierdo 3 cm; derecho 2.5 cm.

Cada Artículo deberá tener como mínimo 4 páginas y no exceder de 8 páginas.

Entregar en un archivo digital y con alta resolución los objetos, las fotografías e imágenes utilizadas en el artículo. No deberán utilizarse imágenes copiadas y pegadas de Internet.

**CONVOCATORIA**

ITCA Editores invita a directores, docentes, docentes investigadores de ITCA-FEPADE y profesionales externos, a escribir y compartir sus aportes intelectuales a través de la Revista Tecnológica. Enviar los artículos en un archivo digital adjunto a la siguiente dirección: [revistatecnologica@itca.edu.sv](mailto:revistatecnologica@itca.edu.sv)

## **VISIÓN**

*Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.*

## **MISIÓN**

*Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.*

## **VALORES**

**EXCELENCIA:** *Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.*

**INTEGRIDAD:** *Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.*

**ESPIRITUALIDAD:** *Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.*

**COOPERACIÓN:** *Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.*

**COMUNICACIÓN:** *Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.*



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada por 5 campus: Sede Central en Santa Tecla y cuatro Centros Regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

**1 SEDE CENTRAL SANTA TECLA**

Km. 11.5 Carretera a Santa Tecla, La libertad.

Tel.: (503) 2132-7400

Fax: (503) 2132-7599

**2 CENTRO REGIONAL SANTA ANA**

Final 10a. Av. Sur, Finca Procvavia.

Tel.: (503) 2440-4348

Tel./Fax: (503) 2440-3183

**3 CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL**

Km. 140 Carretera a Santa Rosa de Lima.

Tel.: (503) 2669-2298

Fax: (503) 2669-0061

**4 CENTRO REGIONAL MEGATEC ZACATECOLUCA**

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.

Tel.: (503) 2334-0763 y

(503) 2334-0768

**5 CENTRO REGIONAL MEGATEC LA UNIÓN**

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión

Tel.: (503) 2668-4700