

# REVISTA IZTATL COMPUTACIÓN



1. Implementación y desarrollo de una plataforma de indicadores del desempeño laboral

9. Recorrido Virtual de la Vida de Porfirio Díaz en 3d

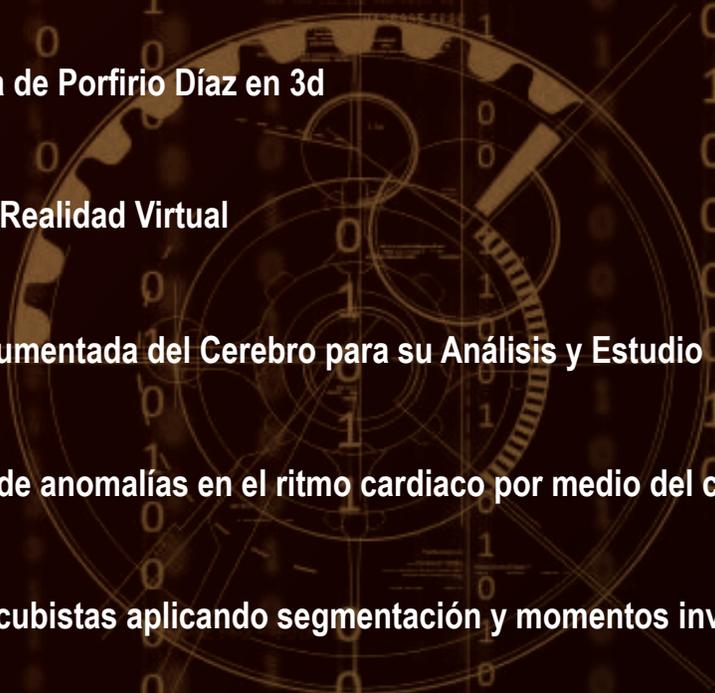
17. Leyendas Mexicanas con Realidad Virtual

29. Modelado con Realidad Aumentada del Cerebro para su Análisis y Estudio

37. Detección y clasificación de anomalías en el ritmo cardiaco por medio del clasificador Naive Bayes

46. Clasificación de pinturas cubistas aplicando segmentación y momentos invariantes de Hu (CIBU)

55. Sistema de seguimiento para alumnos egresados





Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Dr. Luis Armando González Placencia*  
Rector

*Dr. Enrique Vázquez Fernández*  
Secretario Académico

*Mtra. María Samantha Viñas Landa*  
Secretaria de Investigación Científica y Posgrado

*Mtro. Alejandro Palma Suárez*  
Secretario de Extensión Universitaria y Difusión Cultural

*Mtro. José Antonio Durante Murillo*  
Secretario Técnico

*Lic. Rosamparo Flores Cortés*  
Secretaria Administrativa

*Dr. Rodolfo Ortiz Ortiz*  
Secretario de Autorrealización

*Mtro. Carlos Santacruz Olmos*  
Coordinador de la División de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Dr. Sergio Eduardo Algarra Cerezo*  
Coordinador General de Cuerpos Académicos

*Mtro. Roberto Carlos Cruz Becerril*  
Director de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Dr. Miguel Ángel Munive Rojas*  
Secretario de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología

*Mtro. Marlon Luna Sánchez*  
Coordinador de Posgrados en Computación y Electrónica

*Mtra. Carolina Rocío Sánchez Pérez*  
Coordinadora de Ingeniería en Computación



## Comité Editorial

Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras

M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez

M.I.A. Norma Sánchez Sánchez

## Revista Iztatl Computación

Revista Iztatl Computación, año 9, No. 17, enero-junio 2020, es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, <https://ingenieria.uatx.mx/revistas.html>, [iztatl.computacion@gmail.com](mailto:iztatl.computacion@gmail.com). Editor Responsable: Marva Angélica Mora Lumbreras. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo 04-2016- 102413050300-203, ISSN: 2007-9958, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsables de la última actualización de este número, Universidad Autónoma de Tlaxcala en coordinación con la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Calle del Bosque s/n Colonia Tlaxcala centro C.P. 90000, Tlaxcala, Tlax, México. Teléfono (246) 4621422, Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, fecha de última modificación, 11 de mayo de 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma de Tlaxcala a través de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología.

# Comité Revisor

Dr. Alberto Portilla Flores, UAT  
Dr. Brian Manuel González Contreras, UAT  
Dr. Carlos Sánchez López, UAT  
Dr. Francisco Javier Albores Velasco, UAT  
Dr. Ricardo Pérez Águila, UTM  
Dra. Claudia Zepeda Cortés, BUAP  
Dra. Leticia Flores Pulido, UAT  
Dra. María Enedina Carmona Flores, UAT  
Dra. Marva Angélica Mora Lumbreras, UAT  
Dra. Verónica Rodríguez Rodríguez, UDLAP  
M.C. Carlos Santacruz Olmos, UAT  
M.C. Carolina Rocío Sánchez Pérez, UAT  
M.C. Juventino Montiel Hernández, UAT  
M.C. Luis Enrique Colmenares Guillén, BUAP  
M.C. María del Rocío Ochoa Montiel, UAT  
M.C. Marlon Luna Sánchez, UAT  
M.I.A. Norma Sánchez Sánchez, UAT  
M.C. Patrick Hernández Cuamatzi, UAT

## Universidades

**BUAP.-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**UAT.-Universidad Autónoma de Tlaxcala**

**UDLAP.-Universidad de las Américas, Puebla**

**UTM.-Universidad Tecnológica de la Mixteca**





La revista Iztatl Computación está enfocada en la publicación de investigaciones y desarrollos del área de Cómputo, generados por estudiantes y profesores de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, los cuales son aportaciones de gran valor para el área y que esperamos disfruten.

Los artículos que conforman esta edición son:

1. *Implementación y desarrollo de una plataforma de indicadores del desempeño laboral*, de Juan Alberto Amaya Ávila y Marva Angélica Mora Lumbreras, describe una plataforma la cual mide el desempeño laboral por medio de indicadores, ésta información será almacenada para su posterior análisis y toma de decisiones empresariales.
2. *Recorrido Virtual de la Vida de Porfirio Díaz en 3d* de Fabián Alejandro Orozco Soto, Marva Angélica Mora Lumbreras, presenta un recorrido virtual de uno de los personajes más icónicos que es Porfirio Díaz Mori, presidente de México durante más de 30 años.
3. *Leyendas Mexicanas con Realidad Virtual* de Mónica Lima Rosario, Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi, Norma Sánchez Sánchez, Marva Angélica Mora Lumbreras, expone el desarrollo de una aplicación móvil usando Realidad Virtual, sobre una leyenda para brindar un panorama de la cultura mexicana.
4. *Modelado con Realidad Aumentada del Cerebro para su Análisis y Estudio* de María Margarita Labastida-Roldán, José Juan Cuatecontzi González presenta al cerebro, considerando que constituye la estructura más compleja que existe en la tierra o quizás en nuestra galaxia, utilizando Realidad Aumentada para ello.

5. *Detección y clasificación de anomalías en el ritmo cardiaco por medio del clasificador Naive Bayes* de Leticia Gómez Rivera, María Margarita Labastida Roldán, presenta un sistema que toma como datos de entrada señales de electrocardiogramas, para extraer los eventos necesarios para detectar anomalías en el ritmo cardiaco y clasificarlas por medio de Naive Bayes.
6. *Clasificación de pinturas cubistas aplicando segmentación y momentos invariantes de Hu (CIBU)* de Miriam de la Cruz-Teomitzi y Ma. Margarita Labastida-Roldán, se muestra cómo se extraen características de pinturas cubistas aplicando diferentes filtros, entre ellos la segmentación y la extracción de los siete momentos invariantes de Hu para poder realizar una clasificación en tres categorías cotidianas, objetos, paisajes y retratos, utilizando una red neuronal Backpropagation.
7. *Sistema de seguimiento para alumnos egresados* de Cándido Daniel Ferrer Sandoval, M.C. María Margarita Labastida Roldan, muestra un sistema web de características eficientes, el cual consiguió que las tareas para el seguimiento de egresados involucren un menor tiempo de análisis y desarrollo, útil para la automatización de este proceso.

Agradecemos a nuestros lectores su preferencia.

Marva Angélica Mora Lumbreras  
Editora responsable



# Índice

1. Implementación y desarrollo de una plataforma de indicadores del desempeño laboral  
*Juan Alberto Amaya Ávila, Marva Angélica Mora Lumbreras*
  
9. Recorrido Virtual de la Vida de Porfirio Díaz en 3d  
*Fabián Alejandro Orozco Soto, Marva Angélica Mora Lumbreras*
  
17. Leyendas Mexicanas con Realidad Virtual  
*Mónica Lima Rosario, Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi, Norma Sánchez Sánchez, Marva Angélica Mora Lumbreras*
  
29. Modelado con Realidad Aumentada del Cerebro para su Análisis y Estudio  
*María Margarita Labastida-Roldán, José Juan Cuatecontzi Gonzalez*
  
37. Detección y clasificación de anomalías en el ritmo cardiaco por medio del clasificador Naive Bayes  
*Leticia Gómez Rivera, María Margarita Labastida Roldán*
  
46. Clasificación de pinturas cubistas aplicando segmentación y momentos invariantes de Hu (CIBU)  
*Miriam de la Cruz-Teomitzi, Ma. Margarita Labastida-Roldán*
  
55. Sistema de seguimiento para alumnos egresados  
*Cándido Daniel Ferrer Sandoval, M.C. María Margarita Labastida Roldan*



## Implementación y desarrollo de una plataforma de indicadores del desempeño laboral

Juan Alberto Amaya Avila, Marva Angélica Mora Lumbreras  
Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
bto.amaya@gmail.com, marva.mora@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 2 de diciembre de 2019, Aceptado 16 de diciembre de 2019,  
Versión final 06 de enero de 2020*

**Resumen** El presente artículo describe como se implementa y desarrolla un sistema de software, el proyecto es una plataforma la cual mide el desempeño laboral por medio de indicadores los cuales se crean a partir del alta y aprobación de las características individuales de cada uno, cada usuario responsable ingresa valores por periodos de tiempos de acuerdo a los indicadores que se les asignan, esta información será almacenada para su posterior análisis y toma de decisiones, dentro del desarrollo se realizará el seguimiento a través de la metodología de SCRUM y se llevara a través de documentos los cuales serán necesarios para cumplir los requerimientos para poder pasar una auditoria de software.

**Abstract** This article describe how a software system is implement and development, the project is a platform which measure the work performance through indicators, this indicators is create first in the system and fill all the characteristics, every user is responsible to fill the values for the frequency for each indicator who is assignee to them, the information captured in this indicator is store for annalistic and taken decisions, for the development tracing is implement the SCRUM methodology and is register in documents, this documents is also necessary for approbate a software auditory.

**Palabras Clave:** Desarrollo, Indicador, Documentación, Artículo, Metodología.

**Keywords:** Development, Indicator, Documentation, Article,

## Methodology

### **1. Introducción**

En este artículo se presenta la implementación de un sistema de indicadores, el cual servirá para el análisis y la medición del área que se evalué, esto servirá para la toma de decisiones, en caso de que salgan de forma negativa se podrán tomar las acciones requeridas para corregir el problema y que el indicador salga de forma positiva. Esto se llevará a cabo por medio de un proyecto de software el cual contemplará una metodología y se implementará una documentación que dará el soporte para cuando requiera ser auditada bajo la normatividad de los artículos 10, 19 y 26 del manual administrativo de aplicaciones general del gobierno, que contempla el funcionamiento, seguridad y forma en cómo se llevó a cabo el seguimiento y desarrollo del aplicativo.

### **2. Trabajos Relacionados**

A continuación, se presenta una breve descripción de los proyectos que se encuentran relacionados con la metodología de desarrollo y los indicadores de desempeño.

#### **Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del trabajo final de aplicaciones.**

Se muestra la forma en cómo se diseña y se implementa la metodología de SCRUM para poder llevar a cabo un proyecto de desarrollo tecnológico, derivado de las mejores prácticas que han tenido negocios como Toyota, Fuji-Xerox, Honda y Canon, decidieron tomar y plantear una estructura de trabajo basada en la implementación de esta metodología para el diseño de software.

En el trabajo se tiene un planteamiento para disminuir el tiempo de diseño y desarrollo usando una metodología ágil, está orientado a las personas, más que a los procesos y emplea el modelo de construcción incremental basado en iteraciones y revisiones, dentro de SCRUM incluyeron las siguientes actividades de la metodología: planificación, estimación de tiempos, gestión de recursos humanos involucrados y la gestión de riesgos, con esto lograron tener la organización para poder gestionar cualquier proyecto de software.

## **Aplicación de SCRUM en la construcción de un simulador de Redis**

Se presenta el proceso que siguen para el desarrollo de un simulador usando el modelo ágil SCRUM, su objetivo es obtener datos de rendimiento en los procesos de un sistema distribuido, teniendo en cuenta que es un método ligero y adaptable a las necesidades del cambio de requerimientos cuando estos se presenten, sin la necesidad de estar teniendo una metodología tradicional (cascada), una de las ventajas que tiende a tener la metodología ágil es la menor cantidad de documentos que ocupa para un resultado en un tiempo más corto en la revisión de la documentación y se centraron más en desarrollar el código.

Se menciona que existen tres aspectos fundamentales en SCRUM que son: roles, artefactos y eventos. Se tomaron como punto de partida las historias de usuario. Nos presentan el backlog (tabla con la que se fue llevando el requerimiento con su complejidad y la iteración) siguiendo el proceso de SCRUM, su resultado fue terminar el producto en seis semanas contando las correcciones que genero cada revisión, no afectando su plan de entrega.

### **Indicadores de Productividad y Calidad.**

Se presenta la problemática para identificar los indicadores claves de calidad, para establecer una metodología de recolección de información para el análisis y toma de decisiones, cuyos alcances fueron identificar, seleccionar y definir los indicadores claves de productividad y calidad en la construcción de edificaciones que sirvan para que las empresas controlen su desempeño, realizaron el proyecto en tres etapas: levantamiento y revisión bibliográfica, estudio de campo y la identificación de indicadores.

Con la implementación de este sistema de calidad y productividad bajo indicadores, resolvieron la baja productividad, mano de obra y falta de materiales entre otros, controlando el desempeño de la empresa y tomando acción correctiva en donde está fallando el proceso. Por lo tanto, los indicadores son parámetros que se debe de tener cuidado al ser elegidos y calculados, ya que pueden tener una repercusión dentro de la empresa y se deben convertir en una herramienta útil.

### 3. Descripción de la Aplicación

La aplicación verifica la identidad de la persona que quiere ingresar, así como permisos y roles con los cuales le darán acceso a las diferentes opciones, el rol de administrador será el encargado del alta de un indicador, así los responsables los cuales completaran el proceso para la conformación de dicho indicador. De inicio sólo tendrá habilitados los primeros tres apartados que corresponden a las características del indicador. Los siguientes tres apartados son la configuración para que el indicador funcione adecuadamente, el primero es la fórmula que permitirá definir la expresión matemática del indicador. Esta se escribe libremente como una expresión matemática, la variable de resultado se define en el mismo momento que se ingresa, sin embargo, las variables que se ocupan para diseñar la formula vienen de un catálogo definido (solo se define el nombre, no se coloca ningún valor asignado), se ocupan los cuatro operadores básico (+, \*, /, -), si queremos dar una variable "x" como resultado, una variable "y" dividida en una variable "z", se validará la estructura, por ejemplo una fórmula valida sería:

$$x = y/z$$

Para el ingreso de las metas se definen dependiendo la frecuencia de medición, este puede ser mensual, anual, bimestral o catorcenal, es posible capturar las metas registrando el valor o mediante la captura de las variables que fueron ingresadas en la fórmula. Capturadas las metas se activará el semáforo que incluye tres niveles: verde, ámbar y rojo, cada uno de los valores que se ingresen debe contener el valor mínimo y máximo que abarcará cada rango, utilizando los símbolos: "≥", ">", "≤", "<", "=" para precisar los límites y seleccionando el color que abarcará el rango, es libre de elegir en que rango el color aprobatorio (verde) será definido dependiendo de la utilidad de éste. En el módulo de avances se capturarán los valores reales para que se calculen con la fórmula y categorizados con las metas y el semáforo, cada frecuencia que se vaya llenando se pondrá en gris o azul si falta por ingresar y ésta es la última etapa del sistema, la información queda almacenada para analizar.

Para el seguimiento del proyecto se realizó el levantamiento de requerimientos que son redactados en el documento de requerimiento, se diseñaron los prototipos de las ventanas del sistema, después se comenzó con el desarrollo del sistema, para el almacenamiento de código se ocupó Team Foundation Server y se

implementó la metodología de SCRUM teniendo reuniones de seguimiento con el cliente para avances y entregas, se manejaron reuniones diarias con los desarrolladores para ver problemáticas, soluciones y avances, así como documentos para las reglas de negocios que se iban estableciendo con el cliente, se generó el documento de la lista del producto donde se colocaban las actividades que se iban realizando, después se entró a una fase de pruebas donde se definió un conjunto de pruebas y se escribió el resultado. Se llevó la matriz de trazabilidad la cual nos indicaba de que requerimiento es la función a que base de datos y con qué pruebas se llevó a cabo. Todo esto es con el fin de cumplir con los artículos 10, 19 y 26 que se encuentra en el manual administrativo de aplicaciones general y se piden cuando se realiza una auditoria del software que se está ocupando.

#### 4. Conceptos Básicos

**SCRUM** : Es un proceso en el cual se aplican de manera regular un conjunto de buenas prácticas para trabajar colaborativamente, en equipo, y obtener el mejor resultado posible de un proyecto, por lo cual es un marco de trabajo en donde se emplean técnicas para gestionar los productos y desarrollo de un proceso de software.

**Indicador:** Es una síntesis de variables o una serie estadística utilizadas para dar seguimiento y ajustar las acciones que un sistema o proceso emprende para tener una unidad de medida que permita un monitoreo y evaluación para su comparación con la meta propuesta.

**Manual administrativo de aplicaciones general:** Es la normatividad para las aplicaciones en cualquier ámbito gubernamental para que se pueda adquirir o implementar un proyecto de desarrollo de software y se encuentran descritos en los artículos 10, 19 y 26.

#### 5. Interfaz de Usuario

El ingreso del sistema será por medio de un usuario y una contraseña (Figura 1), los menús son botones al centro de la pantalla y estarán accesibles siempre y cuando estén en blanco, si se

encuentran en rojo no se podrán acceder (Figura 2), las pantallas de captura son del estilo lineal donde es título y el campo o selección a ingresar, los botones para ingresar o aceptar o cancelar son un gráficos con una paloma o una X (Figura 3), en el avance se capturarán cada una de las variables que fueron dadas de alta en la fórmula y se calculará el resultado automáticamente, siendo visible donde está catalogado por la meta y el semáforo (Figura 4) .



Figura 1 Bienvenida

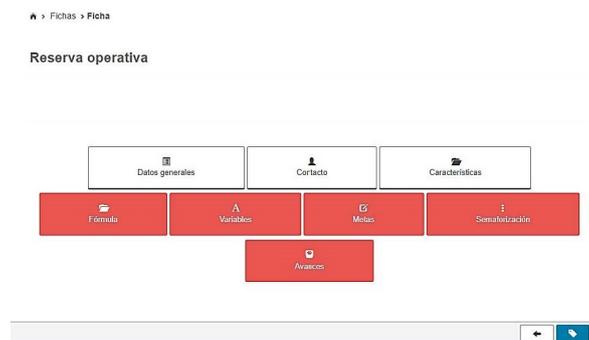


Figura 2 Menu



Figura 3 Captura

Avance del ciclo					
Recuerde que los datos de avance que a continuación va a reportar, deben corresponder a la fecha de corte.					
Fecha de corte	Fecha límite de captura	Meta del ciclo			
31/08/2018	10/09/2018	80			
Resultado:	Fórmula: $ICK = TFBV / NNC$				
ICK	Variables:				
<input type="text"/>	<table border="1"> <tr> <td>NNC</td> <td>TFBV</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> </table>	NNC	TFBV	<input type="text"/>	<input type="text"/>
NNC	TFBV				
<input type="text"/>	<input type="text"/>				

Figura 4 Captura avance

## 6. Resultados y Pruebas

Para poder liberar el sistema se realizó un documento en el cual se ingresaron los siguientes datos: Nombre de prueba, requerimiento, clave del caso de uso, descripción prueba, resultado esperado, responsable de la prueba, responsable del módulo, fecha, evidencia, comentario, resultado final, éste formato se le envió al equipo de pruebas el cual se encarga de completarlo y devolverlo, si hubiesen encontrado algún defecto o error en la prueba se devolvía parcialmente para hacer la corrección y volver a probar, esto fue un ciclo hasta que el resultado de las pruebas fueran exitosas y fue aprobado para la puesta en servicio, quedando un expediente con toda la documentación para la auditoría. Se colocó la publicación en un servidor productivo y se inició la base de datos productiva para que se ingresará al sitio por primera vez, se les notificó a los usuarios por medio de un correo su usuario y contraseña para que ingresaran a capturar el sistema.

## 7. Conclusiones

Para llevar correctamente el seguimiento de un proyecto de software es necesario seguir una metodología, la cual nos permite llevar de buena manera cada aspecto del desarrollo del sistema que se está realizando, para esto es necesario ocupar diversos documentos, los cuales nos permitirán llevar la trazabilidad del proyecto.

De acuerdo a la normatividad que se maneja dentro de las instituciones de gobierno, se vio la importancia de tener un proyecto documentado, para cumplir las normas que son de manera obligatoria para los aplicativos que se entregan en gobierno ya que están expuestos a auditorias tanto de desarrollo como el funcionamiento en producción.

## Referencias

- [1] S. Villagarcia, «Indicadores de Productividad y Calidad,» ResearchGate, p. 16, 205.
- [2] P. L. A. Sonia I. Mariño, «Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación,» Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN, vol. 0122, nº 1701, p. 6, 2014.
- [3] A. F. O. M. V. C. A. Alex Armijos, «Aplicación de Scrum en la construcción de un simulador de Redis,» ResearchGate, p. 16, 2015.
- [4] «proyectosagiles,» [En línea]. Available: <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>. [Último acceso: 05 11 2018].
- [5] S. K. y. S. Jeff, La guía de Scrum, Scrum.Org and ScrumInc., 2013.
- [6] O. R. Otto Valle, Monitoreo e indicadores, Guatemala: Instituto para el desarrollo y la inovacion educativa.
- [7] Manual Administrativo, Gobierno de México, [En línea]. <https://www.gob.mx/cni/documentos/manual-administrativo-de-aplicacion-general-en-materia-de-tecnologias-de-la-informacion>. [Último acceso: 11 12 2018].



## Recorrido Virtual de la Vida de Porfirio Díaz en 3d

Fabian Alejandro Orozco Soto, Marva Angélica Mora Lumbreras.

Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300, Apizaco, Tlaxcala, México  
fabian.alejandr00@outlook.com, marva.mora@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 20 de marzo de 2020, Aceptado 3 de abril de 2020,  
Versión final 24 de abril de 2020*

**Resumen** Actualmente en México gran parte de la población desconoce sobre la historia del país y más aún sobre la vida de los personajes que la marcaron, ya que en el plan de estudios sólo se enseña historia de manera general, sin entrar en tantos detalles. Uno de los personajes más icónicos es Porfirio Díaz Mori, presidente de México durante más de 30 años, y sin embargo la mayoría de las personas no tienen conocimiento sobre su vida, además de que no existen una aplicación que brindé conocimiento sobre este tema.

**Abstract** Currently in Mexico a part of the population is unaware of the history of our country and even more about the lives of the characters that marked it, since in the basic school history is taught in a general way without going into so many details. One of the most iconic characters of the history is Porfirio Diaz Mori, President of Mexico for more than 30 years, and yet most people do not have knowledge about his life, in addition to the fact that there is no application that provides knowledge on this topic.

**Palabras Clave:** Porfiriato, Mundo Virtual, Recorrido, Historia, México.

**Keywords:** Porfiriato, Virtual World, Tour, history, Mexico.

## **1. Introducción**

Este proyecto se enfoca en el desarrollo de un recorrido virtual ambientado en lo que fue la historia y la vida del dictador Porfirio Díaz Mori, haciendo uso de modelado en 3D y escenarios virtuales se representan algunos de los momentos importantes en la vida de Porfirio Díaz, los escenarios virtuales están organizados de manera cronológica, comenzando desde su nacimiento el día 15 de septiembre de 1830, y como llegó a volverse un dictador, dando así comienzo al periodo conocido como Porfiriato, periodo que posteriormente daría inicio a la Revolución Mexicana

## **2. Trabajos Relacionados**

### **Recorrido Virtual en Tercera Dimensión de la Sede Principal en una Universidad de Bogotá [1]**

El recorrido virtual de la Sede Principal en una Universidad de Bogotá tiene como objetivo el diseño de una herramienta en tercera dimensión para que los estudiantes y funcionarios de una Universidad ubicada en Bogotá, realicen el recorrido virtual de las instalaciones de su sede principal, a través de la Web. Para este recorrido virtual, los desarrolladores hicieron uso de software de modelado 3D, Autodesk Maya y Unity.

### **Recorrido Virtual del Fuerte de Loreto [2]**

En este proyecto se presenta un recorrido virtual de los Fuertes de Loreto ubicado en Puebla, donde se libró la batalla de Puebla del 5 de mayo. Este proyecto permite fomentar la cultura en la sociedad, se usó para el desarrollo Unity y Blender. Este proyecto fue dividido en los siguientes 6 módulos o salas: introducción al recorrido, sala general Jesús Gonzales Ortega, Colección Museo Fuerte de Loreto, Sala Batalla 5 de mayo, Sala de la independencia a la restauración de la república, Sala historia fuerte de Loreto.

### **Mundos Virtuales de las Diásporas de Tlaxcala [3]**

En este proyecto se presenta un mundo virtual de las diásporas de

Tlaxcala, la importancia de los mundos virtuales para la enseñanza, tomando como ejemplo, libros virtuales y video juegos en los que incluyen a la historia como parte fundamental. Este proyecto abrirá nuevas vías de investigación para el estudio de la educación, enfocadas a la aplicación de mundos virtuales para la enseñanza de la historia, que deben ser exploradas y examinadas por la comunidad educativa y académica por su importancia actual y sus posibles Alternativas futuras.

### 3. Descripción de la Aplicación

Este recorrido ayuda a los usuarios que estén interesados en aprender sobre la vida de Porfirio Díaz Mori, en el proyecto el usuario puede visualizar escenas con modelos en 3D que representaran momentos específicos, además el usuario durante su trayecto por el recorrido se tiene la compañía de un personaje en 3D que le explica con audios las escenas.

Los modelos 3D para este recorrido están realizados en el programa Blender, y el entorno virtual en el programa Unity, para las texturas de algunos objetos se utilizan materiales PBR en Unity que aportan un mayor grado de realismo a los objetos y texturas en Blender.

El recorrido virtual está diseñado para ser utilizado en equipos de cómputo con Windows 7 o superior y será completamente en idioma español.

### 4. Recorrido Virtual y Porfiriato

**Recorrido Virtual:** Llamamos recorrido virtual a "una simulación de un lugar virtual compuesto por una secuencia de imágenes", aunque a veces esta definición, dado el auge de la tecnología, se puede quedar un poco corta. Actualmente, podemos mostrar un lugar virtual con la simple edición de un vídeo, o ir más allá gracias a los sistemas de imagen panorámica, donde podemos ver todos los recovecos de un lugar de una forma un poco más interactiva [4].

**Porfiriato:** Se conoce como porfiriato al régimen que encabezó Porfirio Díaz en México entre 1876 y 1911. Su mandato se inició a

partir del triunfo militar que derrocó a Lerdo de Tejada. Este presidente había sido reelecto a través de ciertas presiones, pero Díaz puso en marcha el denominado Plan de Tuxtepec y logró derrocarlo.

En las más de tres décadas en el poder, Díaz impulsó diversas medidas y reformas que modificaron la estructura de México. Durante el porfiriato se incrementaron las inversiones foráneas en el país, que permitieron el crecimiento de la agricultura, la minería y la infraestructura vial. Paralelamente a los proyectos impulsados con el capital extranjero, Díaz fomentó la industria local. El porfiriato también fundó la Escuela Naval Militar, impulsó la marina mercante e instaló faros y puertos [5].

## 5. Recorrido Virtual De Porfirio Díaz

### 1. Entrada Recorrido Virtual

Cuando el usuario ingresa por primera vez al proyecto se encontrará frente a la entrada del recorrido virtual, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Entrada Recorrido Virtual

### 2. Recepción Recorrido Virtual

La Figura 2 muestra la recepción del recorrido virtual, dicha recepción dirige a la entrada de la sala de las escenas.



**Figura 2.** Recepción de recorrido Virtual

### **3. Presentador del recorrido.**

Una vez el usuario ingrese a la recepción, un presentador del recorrido se acerca a él dándole la bienvenida y también una explicación del funcionamiento del recorrido, el presentador acompaña al usuario durante el recorrido, si el usuario desea puede escuchar un audio de los textos en las escenas.



**Figura 3.** Presentador del recorrido

#### 4. Escenas del recorrido

Cada una de las escenas del recorrido cuenta con un mostrador de texto, el presentador puede leer dicho texto, en la parte superior de la escena se muestra la fecha del acontecimiento.

En la Figura 4 se representa el 15 de septiembre, fecha en la que nace en la ciudad de Oaxaca Porfirio Díaz Mori, hijo de José Faustino de la Cruz Díaz, originario de Encarnación, Jalisco, y María Petrona Cecilia Mori Cortés, natural de la ciudad de Oaxaca.



*Figura 4. Escena 15 de septiembre 1830*

La escena de la Figura 5 explica que Porfirio Díaz realizó ciertos oficios tras la muerte de su padre, uno de ellos fue la carpintería.



*Figura 5. Porfirio Díaz realizó trabajos de Carpintería en 1841*

Las imágenes de las escenas muestran al usuario una representación de lo que sucedía a lo largo de la vida de Porfirio

El 4 de febrero, Porfirio Díaz se inscribe en el Instituto de Ciencias y Artes de Oaxaca para estudiar Leyes. Conoce allí a Matías Romero, quien será su condiscípulo. En este instituto Porfirio Díaz adquiere el gusto por las actividades físicas, ver Figura 6.



Figura 6 Porfirio Díaz estudió Leyes en el Instituto de Ciencias y Artes de Oaxaca

## 6. Pruebas

Durante la creación de este recorrido virtual se han ido realizando diferentes pruebas para comprobar que el funcionamiento de las colisiones entre los objetos y los modelos 3D sean los correctos, además de probar las diferentes animaciones y audios de los personajes para evitar algún tipo de error, algunas de estas pruebas fueron realizadas sobre el personaje del presentador para que al seguir al usuario lo haga de una manera correcta y además evitar que al momento de seguirlo no se ponga en una posición que pueda resultar estorbosa para la vista del usuario sobre las escenas, además se realizaron pruebas en los audios para representar un entorno en 3D.

## 7. Conclusiones

Después de la búsqueda de información para este proyecto se pudo

encontrar una gran cantidad de documentos, libros y ensayos sobre la vida de Porfirio Díaz, pero tras dicha investigación también se observó que nada de lo encontrado ofrece lo que un recorrido virtual permite, pues los recorridos virtuales aportan información de una manera mucho más interactiva, donde el usuario puede observar, escuchar e incluso interactuar con objetos y escenarios, además que para este recorrido virtual se habrá realizado una selección de información relevante sobre la vida de Porfirio Díaz para evitar hacerlo demasiado extenso.

## Referencias

1. Yuri Vanessa Nieto Acevedo, José Fernando López Quintero, Claudio Camilo González Clavijo, Recorrido Virtual en Tercera Dimensión de la Sede Principal en una Universidad de Bogotá, ISSN: 1900-6608, Revista Especializada en Ingeniería, 2015
2. Jesús Rosas Lima, Oswaldo Soria del Razo, Marva Angélica Mora Lumbreras, Recorrido Virtual del Fuerte de Loreto ISSN: 2007-9958, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniera Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2018
3. Yesenia Velázquez Corona, Marva Angélica Mora Lumbreras, Mundos Virtuales de las Diásporas de Tlaxcala ISSN: 2007-9958, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniera Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala, 2015
4. Autores: Julián Pérez Porto y Ana Gardey. Publicado: 2013. Actualizado: 2015. Definicion.de: Definición de porfiriato (<https://definicion.de/porfiriato/>)
5. Á. Ulldemolins, Definición de Recorridos Virtuales, España: Creative Commons, 2011



## Leyendas Mexicanas con Realidad Virtual

Monica Lima Rosario, Xochipilli Acoltzi Xochitiotzi,  
Norma Sánchez Sánchez, Marva Angélica Mora Lumbreras

Universidad Autónoma de Tlaxcala  
Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300, Apizaco, Tlaxcala, México  
{moni.lima1849, xochipiyi, nsanchez74, marva.mora}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 20 de marzo de 2020, Aceptado 3 de abril de 2020,  
Versión final 24 de abril de 2020*

**Resumen** El cambio en el entretenimiento de las nuevas generaciones ha provocado que los niños se alejen de la cultura y no conozcan algunas de las leyendas que son parte de la historia e identidad del país. En este artículo se expone el desarrollo de una aplicación móvil sobre una leyenda usando Realidad Virtual para brindar un panorama de la cultura mexicana. La leyenda implementada en la aplicación es "La creación del Sol y la Luna" de origen azteca, incluye la narración de la leyenda, un recorrido virtual en el que el usuario puede ver con mayor detalle el escenario donde se desarrolla y además información adicional de los personajes y edificios que se mencionan en la narración, para que el usuario no sólo conozca la leyenda, sino también algunos datos curiosos relacionados con ella. El desarrollo de la aplicación servirá como medio para acercar a los niños y provocar interés por la cultura mexicana.

**Abstract** The change in the entertainment of the new generations has caused children to move away from the culture and don't know some of the legends that are part of the country's history and identity. This article presents the development of a mobile app about a legend using Virtual Reality to provide an overview of Mexican culture. The legend implemented in the application is "The Creation of the Sun and Moon" of Aztec origin, it includes the narration of the legend, a virtual tour in which the user can see in more detail the scenario where the legend develops and also additional information about the characters and buildings mentioned in the narration, so that the user not only knows the legend, but also some curious facts related to it. The development of the application will serve as a means to bring children closer and provoke interest in Mexican culture.

**Palabras Clave:** Realidad Virtual, Leyendas mexicanas, Cultura, Dispositivo Móvil, Aplicación Móvil

**Keywords:** Virtual Reality, Mexican legends, Culture, Mobile device, Mobile App.

## 1. Introducción

En la actualidad, los niños desconocen las leyendas que son parte de la identidad y cultura de nuestro país, debido a la falta de difusión a través de la escuela, padres, etc., quienes no tienen la motivación ni el interés de divulgarlas, siendo una de las causas principales el cambio en el entretenimiento de las nuevas generaciones, el cual está basado en la tecnología. Por esta razón se propone el uso de una aplicación móvil que brinde un panorama de la cultura mexicana, específicamente a través de sus leyendas.

En este artículo se muestra la implementación de una aplicación móvil sobre la leyenda mexicana “La creación del Sol y la Luna”, mediante el uso de técnicas de Realidad Virtual. Dicha aplicación pretende estimular los sentidos de la vista y el oído para mantener el interés de los usuarios durante la narración de la leyenda. De esta manera, se utiliza la tecnología para atraer a los niños a la cultura en lugar de alejarlos.

## 2. Trabajos Relacionados

A continuación, se presentan 5 trabajos relacionados con el proyecto. Cada uno comparte algunas características con el tema tratado, por lo que se realiza un análisis individual resaltando características y resultados.

### 2.1 Desarrollo de libro pop-up lúdico con Realidad Aumentada sobre leyendas guayaquileñas para incentivar la lectura infantil

PopAR es un híbrido de libro pop up y juego de mesa desarrollado por estudiantes de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil en Ecuador, durante el año 2018. Cuenta con una aplicación que

expone 3 leyendas de una manera entretenida y dinámica con Realidad Aumentada. Este proyecto busca mantener los beneficios de la lectura e incentivar la cultura de Ecuador. Las pruebas realizadas después del uso del libro, el juego de mesa y la aplicación demostraron que un apartado pop-up motiva al niño a realizar la lectura y le permite retener la información que le es proporcionada (Cabezas, Vergara Romero, & Marcelo, 2018).

## **2.2 Bedtime VR Stories: El cuentacuentos de Realidad Virtual para tus hijos**

Se trata de una aplicación que está siendo desarrollada por Samsung, en la cual se propone innovar la forma en que los padres leen cuentos a sus hijos antes de dormir. Está pensada incluso para que no sea necesario que los padres estén en la misma habitación y el niño disfrute de esta experiencia. El funcionamiento de esta aplicación es sencillo, tanto padres como hijos usan el casco Gear VR y unos auriculares de Google, además deben contar con un dispositivo móvil compatible. Una característica destacable es que se basa en la lectura compartida buscando aumentar el interés y gusto por la lectura en los niños (Villegas, 2016).

## **2.3 Aplicación móvil de Realidad Virtual inmersiva con cardboard como apoyo al aprendizaje sobre la cultura Tihuanacota**

La aplicación, desarrollada por alumnos de la Universidad Mayor de San Andrés, consiste en una galería virtual con objetos en 3D de las piezas de cerámica Tihuanacota que se encuentran físicamente en el Museo Nacional de Arqueología La Paz, recrea escenarios virtuales inmersivos con la arquitectura y escultura Tiahuanacota, y además cuenta con preguntas para tener una retroalimentación con el usuario.

Los modelados fueron realizados con la ayuda de 123d Catch donde, mediante fotografías, se pueden generar modelos 3D para posteriormente usarlos en un motor gráfico.

Este proyecto es una herramienta de apoyo en la enseñanza, ya que contribuye a la mejora del aprendizaje en los estudiantes mediante el

uso de nuevas tecnologías, convirtiéndose en una alternativa para resolver el problema de la falta de motivación en el aprendizaje cultural en los estudiantes de nivel secundaria (Murillo Espinoza, 2015).

#### **2.4 Implementación de una aplicación de Realidad Virtual para el casco Oculus Rift DK2**

El ambiente hospitalario en el que se encuentran los niños suele tener una influencia negativa en su estado de humor, debido al cambio drástico en su vida y a la separación de su familia. Es por ello que en este proyecto se plantea el uso de una aplicación con Realidad Virtual inmersiva, buscando crear una experiencia agradable para los niños ingresados en un hospital.

Para el desarrollo de la aplicación se eligió un parque infantil, siendo además un lugar ideal para los niños. El parque desarrollado cuenta con un lago, una zona de equilibrio, un tobogán, una cama elástica, columpios con tobogán, un caballito balancín y una tirolina para que el niño use la aplicación y tenga varias opciones para su diversión. Algo que lo destaca es que su uso es exclusivo para el casco Oculus Rift, además de que es necesario contar con un controlador de Xbox o PlayStation (Muñoz Faba, 2015).

#### **2.5 Aplicación educativa para móviles con Realidad Aumentada para niños con Síndrome de Down**

Este proyecto consistió en desarrollar una aplicación con Realidad Aumentada dirigida a niños de preescolar con Síndrome de Down, ya que los niños que lo padecen viven con limitaciones cognitivas que causan problemas en su vida escolar, y de acuerdo con la Asociación Síndrome Down de la República Argentina, el uso de tabletas y aplicaciones permite un cambio en la enseñanza tradicional, ayudando a la inclusión de los niños con este síndrome a la tecnología.

La aplicación se basa en el método de aprendizaje perceptivo-discriminativo con actividades que se dividen en: actividades de asociación, de selección, de clasificación y de denominación, distribuidas en tres misiones que corresponden al tipo de objetos.

Esta aplicación fue desarrollada con el motor gráfico de Unity 3D junto con el SDK de Vuforia exportándose después a la plataforma móvil de Android (López Garcés & Rojas Venegas, 2015).

### **3. Conceptos Básicos**

En este apartado se definen los aspectos principales relacionados con el tema del proyecto, como lo son: leyenda, Realidad Virtual y aplicaciones móviles.

#### **▪ Leyenda**

El diccionario de la Real Academia Española define la leyenda como “Relato basado en un hecho o personaje real, deformado o magnificado por la fantasía o la admiración”, y también como “Narración de sucesos fantásticos que se transmiten por tradición” (Diccionario de la Lengua Española, 2019).

#### **▪ Realidad Virtual**

John T. Bell (citado en Bell & Fogler, 1995) definió la Realidad Virtual como “Simulación tridimensional dinámica en la que el usuario se siente introducido en un ambiente artificial que percibe como real con base a estímulos a los órganos sensoriales”.

#### **▪ Aplicaciones móviles**

Una aplicación es un software que se instala en el dispositivo móvil para ayudar al usuario a una labor específica, ya sea de carácter profesional o de entretenimiento. En pocas palabras, las aplicaciones son para los dispositivos móviles lo que los programas son para las computadoras (Ariza Flores, 2017).

### **4. Descripción de la Aplicación**

La aplicación móvil desarrollada durante este proyecto usa técnicas de Realidad Virtual enfocadas a la cultura mexicana a través de sus leyendas, y es dirigida a niños con un rango de edad entre 6 y 12 años. Para el uso de esta aplicación es necesario que el usuario cuente con gafas de Realidad Virtual, se recomienda el uso de las gafas de Google Cardboard por el bajo precio en el mercado.

La leyenda elegida para ser representada en la aplicación es la leyenda azteca de “La Creación del Sol y la Luna”. Se incluye la

narración en un escenario inmersivo y se complementa con la opción de realizar un recorrido virtual por el mismo, durante este recorrido se proporciona información acerca de cada uno de los dioses y elementos más representativos del escenario.

La aplicación permite una visión de 360 grados con el fin de que el usuario tenga la libertad de mirar en cualquier dirección y observar con mayor detalle el escenario en el que se desarrolla la leyenda.

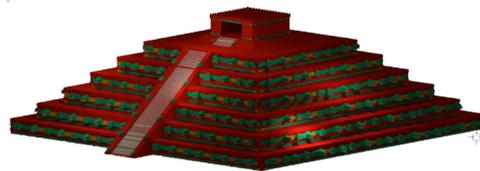
## 5. Interfaz de Usuario

Para la recreación de la leyenda en Realidad Virtual se dio mayor prioridad al modelado 3D de los personajes y objetos que se incluyen en los escenarios, con el fin de que el entorno diseñado sea lo más fiel posible a lo descrito en la leyenda.

La leyenda de la aplicación tiene como único escenario a Teotihuacán, por ello, se modelaron los tres elementos más representativos de esta zona arqueológica: la pirámide del Sol, la pirámide de la Luna y el templo de Quetzalcóatl; tomando como base imágenes, recreaciones y medidas reales. El modelado de los objetos fue realizado en Blender, herramienta dedicada al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos 3D. En la figura 1 se muestra la recreación del templo Quetzalcóatl que se usó como base para el modelado 3D (ver figura 2).



**Figura 1:** Recreación del Templo de Quetzalcóatl



**Figura 2:** Modelado 3D del Templo de Quetzalcóatl

Por otro lado, se utilizó la herramienta MakeHuman para generar personajes 3D sin vestimenta y posteriormente, en Blender se modeló la ropa y cambios físicos de acuerdo a los bocetos e imágenes base correspondientes. En la figura 3 se muestra el proceso de modelado del dios Tecciztécatl; la imagen a) representa a

Tecciztécatl en códices, la imagen b) muestra un boceto del mismo dios basado en el códice y en la imagen c) se aprecia el modelado 3D del dios Tecciztécatl.

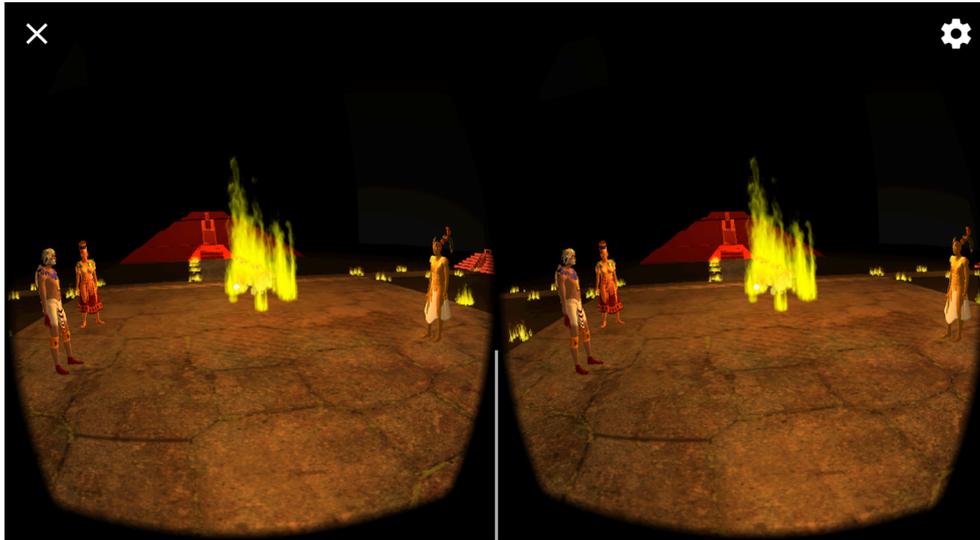


**Figura 3:** a) Tecciztécatl en códice b) Boceto c) Modelado 3D

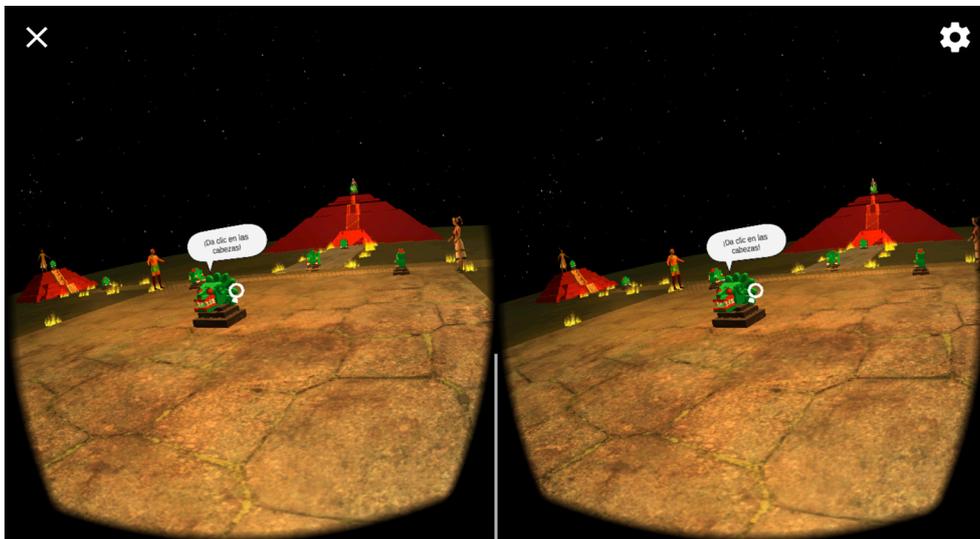
En cuanto al escenario, los objetos modelados se distribuyeron de acuerdo a planos de Teotihuacán respetando la orientación y las dimensiones. Para la ambientación del mismo, se colocaron fogatas como apoyo a la iluminación de la plaza principal ya que, como se describe la leyenda, el mundo estaba sumergido en oscuridad.

En la figura 4 se muestra la interfaz de la aplicación durante la narración de la leyenda. Se pueden apreciar a algunos de los dioses que forman parte de los personajes de la leyenda, así como elementos de ambientación como fogatas y edificios. Anteriormente se mencionó que para el uso de la aplicación se requieren gafas de Realidad Virtual debido a que, tal y como se aprecia en la figura 4, se visualizan dos imágenes ligeramente desfasadas, las cuales corresponden a cada ojo. Una vez que el dispositivo es colocado en las gafas, estas se encargan de enfocar y redefinir las imágenes unificándolas en una sola, logrando así una experiencia con mayor grado de inmersión.

En la figura 5 se aprecia la interfaz de la aplicación en el recorrido virtual correspondiente a la leyenda presentada.



**Figura 4:** Interfaz durante la narración de la leyenda



**Figura 5:** Interfaz del recorrido virtual

Para implementar el desplazamiento del usuario se empleó la técnica de teletransportación, es decir, para llegar a un punto del escenario el usuario debe mirar a un objeto determinado para ser transportado, utilizando cabezas de Quetzalcóatl y de reptil para este objetivo. Una vez que se inicia el recorrido, se muestra al usuario una notificación sobre el objeto de teletransportación indicando que de "clic" en las cabezas, dicho efecto se obtiene manteniendo el apuntador sobre el objeto hasta que el tiempo de carga se complete, de esta manera el

usuario puede recorrer el escenario y visualizar con mayor detalle los objetos y personajes incluidos, además de reproducir los audios explicativos asociados a los mismos.

## 6. Pruebas y resultados

En esta sección se describen las pruebas planteadas para validar y comprobar el funcionamiento de la aplicación, y así mismo los resultados obtenidos en cada una de ellas.

Las pruebas de la aplicación fueron realizadas en tres dispositivos móviles con distintas características, mismas que se muestran en la Tabla 1.

Dispositivo	Características
Moto G5 Plus	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pantalla: 5.2 pulgadas</li> <li>▪ Resolución: 1,920x1,080 píxeles.</li> <li>▪ Procesador: Snapdragon 625 de ocho núcleos (2.0Ghz)</li> <li>▪ RAM: 2GB.</li> <li>▪ Almacenamiento: 64GB.</li> <li>▪ Sistema Operativo: Android Nougat.</li> </ul>
Huawei P30 Lite	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pantalla: 6,15" IPS LCD</li> <li>▪ Resolución: FHD 2312 x 1080 píxeles</li> <li>▪ Procesador: HiSilicon Kirin 710</li> <li>▪ RAM: 6GB.</li> <li>▪ Almacenamiento: 128GB.</li> <li>▪ Sistema Operativo: Android 9 Pie</li> </ul>
Motorola One Power	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pantalla: 6,2"</li> <li>▪ Resolución: 2,246x1,080 píxeles</li> <li>▪ Procesador: Snapdragon 636</li> <li>▪ RAM: 4GB.</li> <li>▪ Almacenamiento: 64GB.</li> <li>▪ Sistema Operativo: Android 9 Pie</li> </ul>

**Tabla 1:** Dispositivos móviles para pruebas.

### 1. Pruebas de funcionalidad

El objetivo de las pruebas funcionales es asegurar que los requerimientos funcionales establecidos para la aplicación sean

cumplidos apropiadamente. Como apoyo se debe usar las historias de usuario asociadas a los requerimientos. En la Tabla 2, se listan los requerimientos funcionales de la aplicación y los resultados obtenidos en las pruebas aplicadas

Folio	Descripción	Estado
RF_01	La aplicación debe incluir la narración de la leyenda.	Aprobada
RF_02	La aplicación debe mostrar al menos un escenario para la leyenda.	Aprobada
RF_03	El usuario podrá realizar un recorrido virtual por el escenario o escenarios de la leyenda.	Aprobada
RF_04	La aplicación funcionará de acuerdo a los movimientos del dispositivo	Aprobada
RF_05	La aplicación notificará cuando algún objeto tenga un evento o acción asociado que el usuario pueda ejecutar.	Aprobada

**Tabla 2:** Resultados de pruebas funcionales

## 2. Pruebas de Fiabilidad

Se realizaron pruebas de fiabilidad a la aplicación donde, se tomaron en cuenta aspectos en los cuales se considera que la aplicación debe tener un rendimiento aceptable. En la Tabla 3 se muestran los resultados de las pruebas respecto a los aspectos planteados.

Aspecto	Estado
Una vez que la aplicación es instalada en el dispositivo móvil estará disponible las veces que el usuario quiera acceder a ella	Aprobada
El uso de los recursos de hardware y software por parte de la aplicación no provocan un colapso en el sistema durante su ejecución	Aprobada
La aplicación desarrollada no provoca ningún conflicto con otras aplicaciones instaladas en el dispositivo.	Aprobada

**Tabla 3:** Resultados de pruebas de fiabilidad

## 7. Conclusiones

En los últimos años, se ha popularizado el uso de la Realidad Virtual en el entretenimiento y poco a poco ha ido extendiéndose a distintos ámbitos, como la cultura. El objetivo de este proyecto consistió en desarrollar una aplicación móvil sobre leyendas mexicanas que incorporara Realidad Virtual para brindar a los usuarios un panorama de la cultura. Dicho objetivo ha sido cumplido satisfactoriamente, debido a que se ha desarrollado e implementado una aplicación que mediante la estimulación del sentido de la vista y el oído con la Realidad Virtual permite que el usuario se sienta inmerso en la leyenda que le es narrada.

Es importante recalcar que el uso de las gafas de realidad Virtual Google Cardboard ayudó a aumentar la sensación de inmersividad proporcionada por la aplicación. Aunque las gafas mencionadas sean de las más económicas en el mercado, ofrecen una buena experiencia con la Realidad Virtual a un bajo costo.

Sin duda, una de las partes más complejas en el desarrollo de la aplicación fueron los modelados 3D realizados para los escenarios y personajes, ya que se buscó mantener el mayor detalle de cada uno de ellos.

El uso de aplicaciones móviles para difundir la cultura representan un reto para los desarrolladores pero al mismo tiempo un beneficio para los usuarios, ya que al estimular sus sentido aprenden con mayor facilidad y permite mantener su atención por más tiempo. La aplicación desarrollada está compuesta únicamente por una leyenda, sin embargo como trabajo a futuro pueden incluirse más que representen la cultura mexicana y mantengan el interés de los usuarios.

## Referencias

1. Ariza Flores, E. M. (2017). Desarrollo de una aplicación móvil para la visualización de información de las citas médicas de un paciente en una entidad de salud. Ingeniería de Telecomunicación. Universidad Distrital Francisco José de Faldas.
2. Bell, J., & Fogler, H. (1995). The Investigation and Application of Virtual Reality as an Educational Tool. Obtenido de Department of Chemical Engineering, University of Michigan:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/80d9/784b89f8c8251426ad5e8e5ef9080df3cc11.pdf>

3. Cabezas, F., Vergara Romero, J. E., & Marcelo, A. (2018). Desarrollo de libro pop-up lúdico con realidad aumentada sobre leyendas. Universidad católica de Santiago de Guayaquil, 123.
4. Diccionario de la Lengua Española. (19 de Septiembre de 2019). Leyenda. Obtenido de Diccionario de la lengua Española: <https://dle.rae.es/leyenda>
5. López Garcés, J. M., & Rojas Venegas, A. (2015). Aplicación educativa para móviles con Realidad Aumentada para niños con Síndrome de Down. Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional, Argentina.
6. Muñoz Faba, E. (2015). Implementación de una aplicación de Realidad Virtual. Universidad Politécnica de Valencia.
7. Murillo Espinoza, O. F. (2015). Aplicación móvil de Realidad Virtual inmersiva con cardboard como apoyo al aprendizaje sobre la cultura Tihuanacota. Universidad Mayor de San Andrés.
8. Villegas, A. (3 de Mayo de 2016). Bedtime VR Stories: El cuentacuentos de realidad virtual para tus hijos. Obtenido de Pnnoticias.com: <https://pnnoticias.com/tecnologia/gadgets/20152268-bedtime-vr-stories-realidad-virtual#inline-auto1611>



## Modelado con Realidad Aumentada del Cerebro para su Análisis y Estudio

María Margarita Labastida-Roldán, José Juan Cuatecontzi Gonzalez\*  
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología,  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{joshygonzalez96@gmail.com, mariamargarita.labastida.r@uatx.mx}  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 20 de marzo de 2020, Aceptado 3 de abril de 2020,  
Versión final 24 de abril de 2020*

**Resumen:** La realidad aumentada (RA) es una herramienta usada para definir la visión de la realidad, se amplía con elementos virtuales que añaden información digital. El objetivo principal de la realidad aumentada es mejorar la percepción que tienen las personas sobre su entorno y permitir nuevas formas de interacción mediante la visualización de información que el usuario no puede percibir con sus sentidos.

El cerebro, por su parte constituye la estructura más compleja que existe en la tierra o quizás en nuestra galaxia, producto de la herencia y evolución de nuestros antepasados, funcionando desde hace millones de años y aún tiene un gran potencial por descubrir.

La realidad aumentada con la enseñanza del funcionamiento del cerebro permite una mezcla de ambas ramas para lograr una herramienta capaz de facilitar el aprendizaje del mismo.

**Abstract:** Augmented reality (AR) is a tool used to define the vision of reality, is extended with virtual elements that adds digital information. The main objective of augmented reality is to improve people's perception of their surroundings and allow new forms of interaction by visualizing information that the user cannot perceive with their senses.

The brain for its part constitutes the most complex structure that exists on earth or perhaps in our galaxy, product of the inheritance and evolution of our ancestors, functioning for millions of years and still has great potential to discover.

Augmented reality with the teaching of the functioning of the brain allows a mixture of both branches to achieve a tool capable of facilitating its learning.

**Palabras Clave:** Realidad Aumentada, Modelados 3D, Cerebro, Desarrollo, Implementación

**Keywords:** Augmented Reality, 3D Models, Brian, Developing, Implementation.

## 1. Introducción

En este trabajo se realiza un análisis de la investigación del cerebro y la realidad aumentada (RA), siendo la realidad aumentada una herramienta moderna y el cerebro humano la estructura más compleja que el hombre conoce, se dará un enfoque tecnológico, para hacer de una forma más dinámica y sencilla el aprendizaje de dicho elemento generando una aplicación móvil, la cual permita una interacción amigable y entretenida, teniendo en cuenta que en la actualidad el estudio del cerebro comprende un reto para el área de la medicina y la tecnología, ya que la amplia estructura del cerebro dificulta su estudio de manera tradicional, por ello algunos especialistas consideran mejor la simulación del cerebro para poder estudiarlo de manera eficaz[1], considerando que la realidad aumentada es una herramienta innovadora capaz de representar modelos 3D de partes del cuerpo.

## 2. Trabajos Relacionados

En el trabajo “Uso de la Realidad Aumentada en la enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales” [2], pertenecientes al grupo de investigación en tecnologías computacionales emergentes, se detalla la evolución de las tecnologías haciendo énfasis sobre la realidad aumentada y los dispositivos móviles, donde se realizó una aplicación móvil con realidad aumentada, que fue evaluada por alumnos de 3er grado de primaria, arrojando buenos resultados.

La principal problemática a resolver era la falta de concienciación hacia la flora y fauna, ubicada principalmente en la provincia de Chiriquí; a pesar de que hay regiones de flora y fauna protegidas siempre se ven afectadas por las diferentes actividades humanas llegando a un punto crítico de contaminación lo que puede afectar nocivamente la vida humana y deteriorar los recursos naturales, siendo este un factor alarmante dentro de la sociedad, se planeó que la aplicación de RA desarrollada e implementada estaría enfocada hacia la conservación de los sitios naturales.

En el trabajo “Realidad aumentada como estrategia didáctica en curso de ciencias naturales de estudiantes de quinto grado de primaria de la institución educativa Campo Valdés” [3], se analizó, diseñó e implementó un sistema que utiliza técnicas de realidad aumentada para apoyar las dinámicas de clase en las Instituciones educativas de Medellín y específicamente en el área de ciencias naturales. Teniendo como principal problemática que las actividades pedagógicas son (con el paso del tiempo)

de poco interés para los alumnos, ya que los métodos son repetitivos llegando a causar que los alumnos no alcancen niveles de concentración deseados, siendo complementado por profesores que prefieren el uso de metodologías de hace 20 o 30 años, evitando el aprender a usar nuevas tecnologías.

En el trabajo “Realidad Aumentada para aumentar la formación en la enseñanza de la Medicina” [4], se muestra la Realidad Aumentada como una de las tecnologías emergentes que están incorporándose muy fuerte a la sociedad, como lo es marketing, ocio, publicidad, entre otros más, tanto así que se logró conocer el grado de aceptación en el nivel educativo enfocado principalmente en la medicina.

Como la RA tiene diferentes características, es atractiva para muchos sectores, tanto así, como ser interactiva, tener varias fuentes de información o más, para el uso de esta herramienta se requirió de 50 alumnos que cursaban la asignatura de “Anatomía Humana I” se presentaron diferentes aplicaciones explicando en que consiste la RA, para demostrar cómo funcionaban las aplicaciones, en donde se podía descargar la aplicación, aplicando después una encuesta.

En el trabajo “La Medicina Veterinaria a través de la Realidad Aumentada” [5] se hace mención de que la realidad aumentada es una herramienta que con el paso del tiempo se consideró como una herramienta capaz de ser funcional para un mejor aprendizaje, como lo es el caso de Augmented Reality in Informal Learning Environments: A field experiment in a mathematics exhibition, en el cual los alumnos asociaron y comprendieron las figuras matemáticas; la realidad aumentada no ha sido de uso para explorar el área de la medicina veterinaria, por lo que la realidad aumentada al poder ser adaptada a cualquier entorno, los alumnos de medicina veterinaria pueden aprender haciendo, usando sistemas interactivos. El objetivo de esta investigación fue aplicar la RA mediante un sistema gestor de conocimiento, el cual funcionó como una estrategia de aprendizaje para ser aplicado a la medicina veterinaria.

Usando las bases de análisis y diseño de sistemas se estableció un programa de trabajo de la siguiente manera:

- Análisis de los Requerimientos del sistema con RA.
- Formular el diseño abstracto y físico, codificar y crear el software.
- Preparar los archivos, identificar y crear datos de prueba, probar e integrar el software.

El sistema de ordeño con RA mostró y obtuvo una aplicación que ayuda a los estudiantes de medicina veterinaria a identificar las partes que conforman el ordeño en un modelo virtual.

### 3. Descripción de la Aplicación

La aplicación se desarrolla de acuerdo a la metodología de “desarrollo de ambientes virtuales” [6], siguiendo los pasos de la metodología se destaca lo siguiente:

Guión:

Es indispensable tener una idea clara de lo que se presenta en el ambiente virtual.

Hardware y Software:

Celular con sistema operativo Android igual o superior a 6.0, permitiendo el acceso a la cámara del celular

Principios de usabilidad:

Se establecen los principios de usabilidad para el producto: inmersión, retroalimentación e interactividad.

Esbozar ideas:

El esbozado de ideas a lápiz de lo que se hará, dibujos.

Escalas:

Las escalas a utilizar durante el desarrollo de la aplicación son de 40 cm de acuerdo a la escala utilizada dentro del motor gráfico de Unity 3D.

Modelado: Todos los modelados fueron realizados dentro de la herramienta de Blender en su versión 2.79b exportando cada uno en .fbx para el uso en Unity

Herramientas: La creación de un mundo virtual se realizó con lenguaje de programación visual C y con un motor gráfico como Unity 3D, en donde se tienen que establecer las dimensiones del terreno.

Ambientar: Es necesario ambientar el terreno virtual manejando iluminación y sombras.

Uso de cámara: El uso de la cámara es indispensable para esta aplicación ya que al usar realidad aumentada toda la aplicación necesita el uso de la cámara.

Programación: Se programa cada botón de la aplicación de manera que pueda realizar alguna acción definida y concreta.

Pruebas: Una vez armado el proyecto debe ser probado, primeramente, debe probarse por módulos, se prosigue con pruebas de integración, así como su usabilidad e interacción.

Correcciones: Los errores de cada prueba realizada deben ser corregidos, logrando de esta forma un proyecto de calidad y confiable

Mantenimiento: De igual forma es necesario dar mantenimiento y seguimiento a este tipo de proyectos. Así como evaluar su impacto y trascendencia.

#### 4. Interfaz de Usuario

Las interfaces del sistema pueden ser observadas en las siguientes figuras:

En la Fig. 1 se presenta de manera general el menú definido para el sistema

En la Fig. 2 se muestra una pantalla dando el crédito correspondiente a las personas involucradas en el proyecto

En la Fig. 3 se muestra la primera vista del sistema haciendo uso de la realidad aumentada

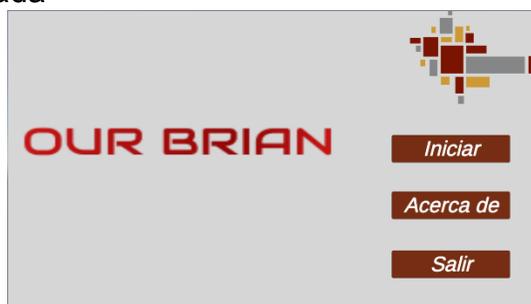


Fig. 1 Pantalla de menú

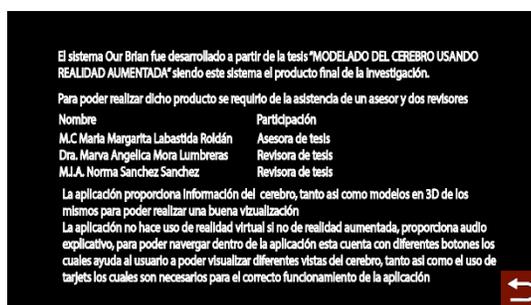


Fig. 2 Pantalla créditos



Fig. 3 Pantalla inicial del sistema mostrando el uso de la realidad aumentada

En las Fig. 4 y Fig. 5 se muestra como es usada la realidad aumentada para visualizar diferentes partes del cerebro y otras como se puede ver en las Fig. 6, Fig. 7 y Fig. 8



Fig. 4 Muestra el objeto del cerebro con el target principal (Cerebro)



Fig. 5 Muestra un cambio de objeto con el target principal



Fig. 6 Visualiza el objeto con un target secundario (Carita Feliz)



Fig. 7 Visualiza el objeto con un target secundario (Carita Triste)



Fig. 8 Visualiza el objeto con un target secundario (Carita Hablando)

## 5. Resultados y Pruebas

La aplicación se ejecuta desde un teléfono celular o Tablet, es intuitiva y sencilla de manejar, los botones en la pantalla del dispositivo móvil permiten al usuario visualizar diferentes objetos modelados.

Para realizar la instalación de la aplicación en una Tablet o celular el sistema operativo requerido es Android en su versión 6.0 o superior, para el correcto funcionamiento es necesario permitir el acceso a la cámara, siendo este el único permiso necesario para poder trabajar. Para medir la calidad del contenido del módulo se diseñó y se aplicó una encuesta a 20 personas voluntarios, posteriormente se evaluó de acuerdo a los criterios marcados en la Tabla 1 evaluando diferentes aspectos.

Mostrando un uso regular de la aplicación al contar con promedios no muy bajos ni muy altos, promoviendo una mejora visual y estética.

Criterio	Calificación	Porcentaje
Ventana de inicio	8.4	83.9%
Orientación de tareas	8.7	87.4%
Confianza y credibilidad	7.5	74.6%
Calidad del contenido y escritura	7.1	70.8%
Diagramación y diseño gráfico	8.5	84.6%
Navegabilidad	8.8	87.7%

Tabla 1 Resumen de resultados

## 6. Conclusiones

Se ha creado una aplicación con la finalidad de apoyar a estudiantes en medicina u otra rama de biología, apoyando su aprendizaje y comprensión del cerebro, teniendo en cuenta las siguientes características: uso de realidad aumentada, modelado de objetos 3D, uso de audios explicativos y textos explicativos sobre cada objeto. La aplicación final se encuentra en

fase de desarrollo y actualmente está en proceso de mejora con la finalidad de integrar una estética adecuada adecuando la herramienta en cuestión.

## 7. Referencias

1. Ronald T. Azuma, P. (2019). *Ronald T. Azuma, Ph.D.*. Obtenido de Ronald T. Azuma, Ph.D.: <https://ronaldazuma.com/index.html>
2. Muñoz, L. M. (2017). Uso de la Realidad Aumentada en la enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales. *4to Congreso Internacional AmITIC 2017, Popayán, Colombia*, 1-6.
3. Buenaventura Baron, o. M. (2014). Realidad aumentada como estrategia didáctica en curso de ciencias naturales de estudiantes de quinto grado de primaria de la institución educativa campo Valdés. Universidad de Medellín especialización en ingeniería de software. 1-70.
4. Cabero Almenara, J. B. (2018). Realidad Aumentada para aumentar la formación en la enseñanza de la Medicina. *Educación Médica Superior*, Volumen 32, Número 4.
5. Hernández Hernández, M. &. (2007). *Revista Iztatl Computación, Año 5, No. 10, 2016, ISSN: 2007-9958*, 49-56.
6. Marva-Angélica Mora-Lumbreras, Libro: Realidad Virtual: Estudio y Aplicaciones, Difusión, Museos, Cultura, Tradiciones y Educación por medio de Realidad Virtual, Editorial Académica Española EAE, ISBN: 978-620-2-25210-2, 16 de diciembre del 2017



## DetECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ANOMALÍAS EN EL RITMO CARDIACO POR MEDIO DEL CLASIFICADOR NAIVE BAYES

Leticia Gómez Rivera, María Margarita Labastida Roldán\*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología  
Calzada Apizaquito S/N, C.P 90341, Tlaxcala, México  
{lety.gr0108@gmail.com, mariamargarita.labastida.r@uatx.mx}  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 20 de marzo de 2020, Aceptado 3 de abril de 2020,  
Versión final 24 de abril de 2020*

**Resumen** En este trabajo se aborda la problemática que existe en el campo de cardiología al realizar diagnósticos médicos, debido a que un mal diagnóstico puede tener consecuencias graves en la salud de los pacientes. El uso de técnicas pertenecientes al área de computación y específicamente a la inteligencia artificial, constituyen una herramienta importante para apoyar a los cardiólogos a realizar y verificar el diagnóstico del paciente. En este trabajo se presenta un sistema que toma como datos de entrada señales de electrocardiograma, después extrae los eventos necesarios para detectar la anomalía en el ritmo cardiaco y la clasifica por medio de Naive Bayes.

**Abstract** This paper addresses the problem that exists in the field of Cardiology when performing medical diagnosis, because, a bad diagnosis can have serious consequences on the health of patients. The use of techniques belonging to the computing area and specifically to artificial intelligence constitutes an important tool to support cardiologists to make and verify the diagnosis of the patient. This paper shows a system that takes as input data electrocardiogram signals, then extracts the necessary events to detect the abnormal heart rhythm and classifies it by Naive Bayes.

**Palabras Clave:** Electrocardiograma, Anomalía cardiaca, Naive

Bayes, Detección, Clasificación.

**Keywords:** Electrocardiogram, Cardiac abnormality, Naive Bayes, Detection, Classification.

## 1. Introducción

Las enfermedades cardiovasculares constituyen la primera causa de muerte en nuestro país a nivel mundial. En 2015, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que el 31 % de todas las muertes registradas en el mundo se debieron a estas condiciones [1].

Observando las estadísticas de las muertes ocasionadas por enfermedades cardiovasculares, resulta alarmante la cifra de personas afectadas, por lo cual, es necesario hacer un análisis de este tema en el área de la computación, ya que se puede realizar un aporte importante al campo de la cardiología, ayudando a los médicos a obtener diagnósticos precisos para dar un tratamiento oportuno a la enfermedad. En esta investigación se propone una herramienta para detectar y clasificar las siguientes anomalías en el ritmo cardiaco: Fibrilación auricular, Taquicardias de QRS ancho, Bradicardia, Bloqueo sinoauricular y Bloqueo auriculoventricular, haciendo uso del clasificador Naive Bayes, el cual ayudará con este propósito.

## 2. Trabajos Relacionados

En el trabajo [2] se presenta una propuesta para detectar algunos tipos de anomalías cardiacas y posteriormente generar automáticamente una alerta. Para poder realizar la generación de alertas se clasificaron los tipos de arritmias después de extraer los eventos P, Q, R, S, T. De manera general, el algoritmo utilizado en este trabajo considera los siguientes pasos: Detección de eventos en la señal del electrocardiograma, Clasificación de arritmias, Detección del ritmo normal, Detección de bradicardia/ taquicardia y Análisis de eventos de conducción.

En el trabajo [3] se desarrolló un algoritmo que superó el desempeño de los cardiólogos certificados en la detección de distintos tipos de arritmias cardiacas, las cuales son detectadas a partir de una prueba de electrocardiograma. Para realizar la detección de arritmias se utilizó una red neuronal convolucional de 34 capas, la cual toma como datos de entrada una serie de tiempo de

una señal de Electrocardiograma (ECG) sin procesar y genera una secuencia de predicciones.

El problema a resolver en el trabajo [4] es asegurar y determinar que la clasificación de los electrocardiogramas sea precisa, haciendo un sistema eficaz, para que en caso de salir alguna anomalía en el electrocardiograma se notifique al personal encargado del paciente. Se implementan las metaheurísticas como optimización en la clasificación de arritmias cardiacas en señales de electrocardiograma, como consecuencia, la reducción de características permite eliminar información innecesaria, reduciendo el ruido y mejorando el desempeño de los clasificadores.

El propósito del trabajo [5] es encontrar una combinación de clasificadores que tenga una exactitud superior a la de los clasificadores de manera individual, después aplicar un algoritmo genético con los resultados obtenidos del multclasificador, y así predecir el riesgo de hipertensión arterial en niños. El algoritmo genético se presenta usando medidas de diversidad para combinar clasificadores y así obtener la mejor exactitud posible.

En el trabajo [6] el objetivo planteado es evaluar si el aprendizaje automático puede mejorar la predicción de riesgo cardiovascular en una población general, además de determinar qué clase de algoritmo de aprendizaje automático tiene la mayor precisión predictiva. Para esto, se compararon cuatro algoritmos de aprendizaje automático (random forest, regresión logística, máquinas de aumento de gradiente y redes neuronales) con un algoritmo establecido (pautas del Colegio Americano de Cardiología).

### **3. Descripción de la Aplicación**

En este trabajo, se implementa un sistema de detección y clasificación de anomalías en el ritmo cardiaco, el cual toma como datos de entrada señales de electrocardiograma, estas señales son almacenadas en una base de conocimiento y sirven para extraer las características necesarias para realizar el diagnóstico. Las características son los eventos P, Q, R, S y T, que son los distintos picos, ondas y segmentos presentes en el electrocardiograma, por los cuales una enfermedad es detectada. Después de extraer esos eventos, los resultados se muestran en la interfaz gráfica del sistema indicando los valores obtenidos, y posteriormente los eventos se

utilizan como datos de entrada para el algoritmo Naive Bayes, que es un clasificador probabilístico que toma los eventos y los clasifica de manera independiente unos de otros. Este clasificador es el encargado de realizar la detección de anomalías en el ritmo cardiaco para clasificarlas en una de las categorías establecidas. El último paso a realizar por parte de la aplicación es, mostrar a través de la interfaz gráfica el diagnóstico realizado por el clasificador, indicando la enfermedad detectada, además de darle la oportunidad al médico de generar un reporte con los resultados obtenidos. En la Figura 1 se muestra este proceso.

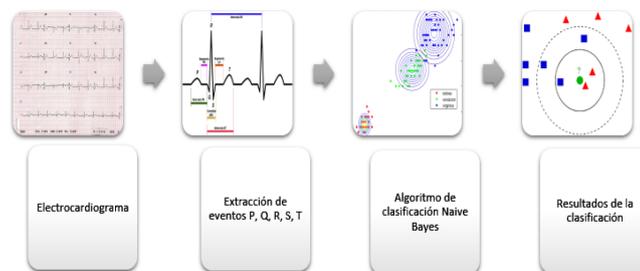


Figura 1. Diagrama general del sistema

#### 4. Conceptos Básicos

**Clasificación:** El clasificador de un sistema, tiene la tarea de utilizar un vector de características para asignar un objeto a una categoría. El grado de dificultad del problema de clasificación depende en gran medida de la variabilidad en los valores de las características para objetos de la misma categoría [7].

**Clasificador Naive Bayes:** Un clasificador bayesiano ingenuo es un clasificador probabilístico basado en la aplicación del Teorema de Bayes. La palabra *ingenuo* se utiliza debido a que, al crear el clasificador se asume que las variables utilizadas para clasificar son totalmente independientes unas de otras. Esto significa que, la probabilidad de que se dé una variable es independiente de que se dé otra.

El clasificador bayesiano ingenuo está construido sobre modelos probabilísticos y, en concreto, hace uso del Teorema de Bayes sobre las probabilidades condicionadas [8].

El *Teorema de Bayes* enuncia que si tenemos el espacio muestral

dividido en  $n$  partes tal que  $\Omega = A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ , conociendo la probabilidad de cada una de las particiones  $A_i$  y la probabilidad de un suceso  $B$  condicionada a cada una de las particiones  $A_i$ , es decir  $P(B|A_i)$  podemos calcular  $P(A_i|B)$  utilizando la ecuación (1).

$$P(A_i|B) = \frac{P(A_i \cap B)}{P(B)} \quad (1)$$

**Arritmia cardiaca:** Una arritmia es la pérdida de la secuencia rítmica del corazón por una alteración de los impulsos eléctricos que determinan el latido cardiaco [9].

**Electrocardiograma:** El electrocardiograma es un gráfico en el que se estudian las variaciones de voltaje en relación con el tiempo. Consiste en registrar en un formato especialmente adaptado, la actividad de la corriente eléctrica que se está desarrollando en el corazón durante un tiempo determinado [9].

## 5. Interfaz de Usuario

En la Figura 2 se muestra la interfaz gráfica del sistema, la cual está conformada por un componente en el que se carga la señal de electrocardiograma y en el que también se muestran los datos de la extracción de eventos que se utilizan como entrada del algoritmo. Se presenta una opción para cargar el electrocardiograma, para extraer los eventos y para realizar la clasificación de anomalías en el ritmo cardiaco. También se observa una sección con los datos resultantes de los eventos P, Q, R, S, T y un apartado en donde se muestra el resultado de la clasificación. Además se incluye la opción para generar un reporte con los resultados del diagnóstico.

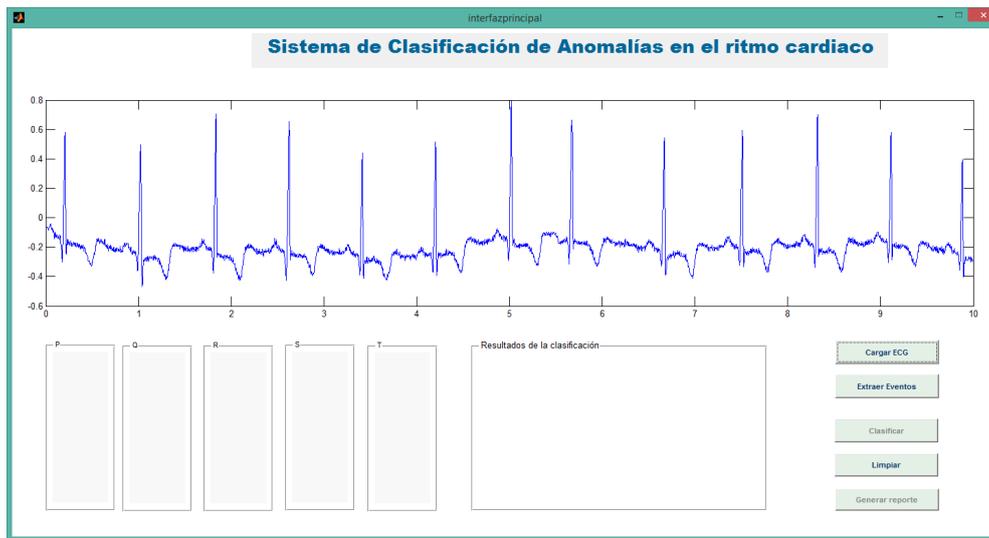


Figura 2. Interfaz gráfica del sistema

Para realizar la extracción de eventos, se hizo uso del algoritmo MTEO [10].

El Operador de Energía Teager Multirresolución (MTEO) junto con un análisis estadístico se emplean en la etapa de detección de eventos en el electrocardiograma, que prueba simultáneamente tanto la frecuencia como la amplitud de potenciales de acción de unidades motoras (MUAP), para reducir las falsas detecciones y mejorar la precisión de detección.

La salida MTEO se utiliza para la alineación de MUAP, la reducción de plantillas y la extracción de características para reducir el ruido de fondo y los picos no relacionados.

## 6. Resultados y Pruebas

Después de aplicar el algoritmo MTEO a la señal de electrocardiograma 100 de la base de datos de MIT-BIH Arrhythmia, se extrajeron los eventos P, Q, R, S, T. Los datos obtenidos se presentan en la Figura 3.

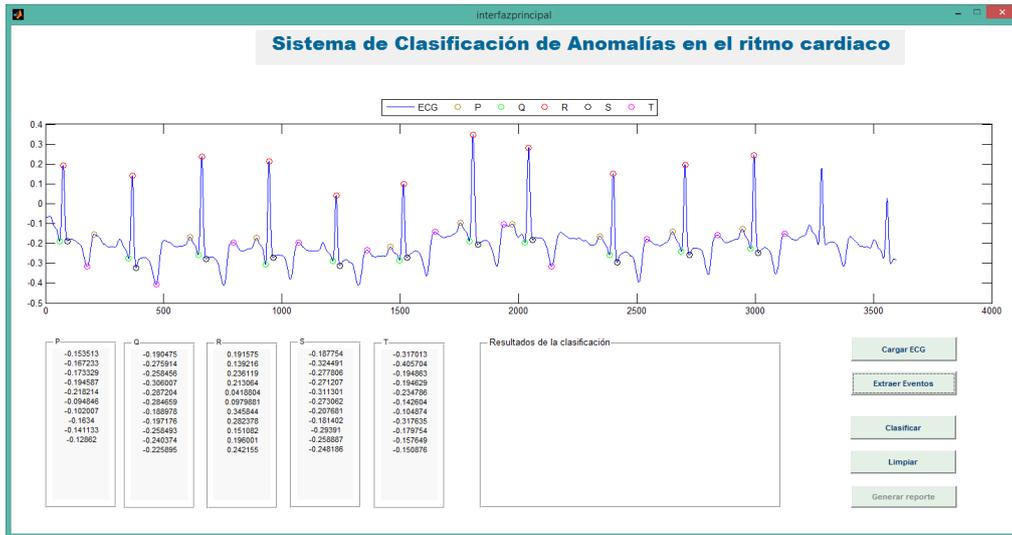


Figura 3. Eventos del Electrocardiograma

La **onda P** representa la activación de las aurículas (el momento en que se contraen y envían sangre a los ventrículos).

El **complejo QRS** está conformado por las ondas Q, R y S e indica el momento en que los ventrículos se contraen y expulsan su contenido sanguíneo.

La **onda T** representa el momento en el que el corazón se encuentra en un periodo de relajación.

Los resultados arrojados después de realizar la extracción de los eventos en el electrocardiograma son los necesarios para poder detectar la anomalía en el ritmo cardiaco, debido a que los valores de las ondas y complejos son el marco de referencia para saber la enfermedad que se está tratando.

Al comparar las ondas Q, R y S obtenidas en este trabajo a partir del electrocardiograma 100, con los resultados obtenidos con el algoritmo Pan Tompkins utilizado en [11] y aplicado al mismo electrocardiograma, se identifica que la reducción de ruido y la localización de las ondas es la óptima en este trabajo, debido a que en [11] las ondas Q y S muestran una desviación a causa del ruido presente en la señal que está siendo procesada.

## 7. Conclusiones y trabajos a futuro

La extracción de la onda P fue una de las más complicadas, se hizo uso del algoritmo Pan-Tompkins para intentar localizarla, pero la onda no fue localizada debido al ruido presente en la señal, así que se decidió utilizar el algoritmo MTEO para delinear el electrocardiograma y filtrarlo. Con este algoritmo se logró reducir el ruido, obteniendo una señal con datos útiles para realizar la detección de eventos. Por medio del algoritmo MTEO se logró identificar la ubicación de la onda P, que es un evento indispensable para poder realizar la detección de las anomalías en el ritmo cardiaco contempladas en este trabajo.

La siguiente etapa a implementar para desarrollar este trabajo, consiste en clasificar las anomalías en el ritmo cardiaco en las categorías: Fibrilación auricular, Taquicardias de QRS ancho, Bradicardia, Bloqueo sinoauricular y Bloqueo auriculoventricular, para lo cual se necesita conocer el valor del complejo QRS, los latidos por minuto (lpm) y las ondas P y T. Dependiendo del tipo de anomalía del ritmo cardiaco de la que se esté tratando el valor del complejo QRS puede ser categorizado como ancho o estrecho y también pueden o no presentarse las ondas P y T, además de que los lpm son uno de los factores clave para determinar si se trata de una taquicardia o bradicardia.

El clasificador Naive Bayes tomará como datos de entrada las ondas, el complejo y los lpm para poder realizar la clasificación y así mostrar los resultados obtenidos.

## Referencias

1. OMENT. (2018). Un panorama de las enfermedades cardiovasculares. Febrero 15, 2019, de Observatorio Mexicano de Enfermedades No Transmisibles / Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de: <http://oment.uanl.mx/un-panorama-de-las-enfermedadescardiovasculares/>
2. Rose, C., & Serna, M. (2015). Generación de alertas de anomalías cardiacas usando un algoritmo inteligente híbrido. Enero 16, 2019, de Instituto Tecnológico de Hermosillo. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/303875264\\_GENERACION\\_DE\\_ALERTAS\\_DE\\_ANOMALIAS\\_CARDIACAS\\_USANDO\\_UN\\_ALGORITMO\\_INTELIGENTE\\_HIBRIDO](https://www.researchgate.net/publication/303875264_GENERACION_DE_ALERTAS_DE_ANOMALIAS_CARDIACAS_USANDO_UN_ALGORITMO_INTELIGENTE_HIBRIDO)
3. Rajpurkar, P., Hannun, A., Haghpanahi, M., Bourn, C. & Ng, A. (2017). Cardiologist-Level Arrhythmia Detection with Convolutional Neural Networks. Mayo 7, 2019, de Stanford University & iRhythm Technologies. Sitio web: <https://arxiv.org/abs/1707.01836>
4. Padilla, C., González, S., Aguilera, G., Ortega, M., Bombela, S., Rangel, M. & Lino, C. (2017). Algoritmos genéticos aplicados a la optimización de características en la clasificación de arritmias cardiacas utilizando los clasificadores KNN y Naive Bayes. Abril 10, 2019, de Universidad Politécnica de Juventino Rosas, Instituto Tecnológico de León & Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Sitio web:

- [http://www.rcs.cic.ipn.mx/rcs/2017\\_134/Algoritmos %20geneticos %20aplicados %20a %20la %20optimizacion %20de %20caracteristicas %20en %20la %20clasificacion.pdf](http://www.rcs.cic.ipn.mx/rcs/2017_134/Algoritmos%20geneticos%20aplicados%20a%20la%20optimizacion%20de%20caracteristicas%20en%20la%20clasificacion.pdf)
5. Cabrera, L., Morales, A., Casas, G., Denoda, L., González, E. & Rodríguez, J. (2015). Algoritmos genéticos con medidas de diversidad para el diagnóstico del riesgo de HTA en escolares. Mayo 8, 2019, de Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Sitio web: <https://www.researchgate.net/publication/274372567\Algoritmos\geneticos\con\medidas\de\diversidad\para\el\diagnostico\del\riesgo\de\HTA\en\escolares>
  6. Weng SF, Reys J, Kai J, Garibaldi JM, & Qureshi N. (2017). Can machine-learning improve cardiovascular risk prediction using routine clinical data? Mayo 07, 2019, de PLoS ONE 12(4): e0174944. Sitio web: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0174944>
  7. Duda, R., Hart, P. & Stork, D. (2001). Pattern Classification. Estados Unidos de América: John Wiley & Sons, Inc.
  8. García, A. (2013). Inteligencia Artificial. Fundamentos, prácticas y aplicaciones. México: Alfaomega Grupo Editor
  9. López, A. & Macaya, C. (2009). Libro de la salud cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos y de la Fundación BBVA. España: Editorial Nerea, S.A.
  10. Sedghamiz, Hooman & Santonocito, Daniele. (2015). Unsupervised Detection and Classification of Motor Unit Action Potentials in Intramuscular Electromyography Signals. 10.1109/EHB.2015.7391510.
  11. Rose, César & Trinidad, Maria. (2014). Procesamiento del Electrocardiograma para la Detección de Cardiopatías. Febrero 20, 2020, de Instituto Tecnológico de Hermosillo. Sitio Web: [https://www.researchgate.net/publication/277324053\\_Procesamiento\\_del\\_Electrocardiograma\\_para\\_la\\_Deteccion\\_de\\_Cardiopatias](https://www.researchgate.net/publication/277324053_Procesamiento_del_Electrocardiograma_para_la_Deteccion_de_Cardiopatias)



## Clasificación de pinturas cubistas aplicando segmentación y momentos invariantes de Hu (CIBU)

Miriam de la Cruz-Teomitz, Ma. Margarita Labastida-Roldán\*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas Ingeniería y Tecnología  
Calzada Apizaquito s/n. C.P. 90300 Apizaco, Tlaxcala, México  
{dmiriam18@gmail.com, mariamargarita.labastida.r@uatx.mx}  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 20 de marzo de 2020, Aceptado 3 de abril de 2020,  
Versión final 24 de abril de 2020*

**Resumen** En el arte se emplean técnicas de pintura que buscan obtener una composición de formas, colores y texturas. Esta composición es lo que conocemos como las características que pueden determinar el tipo de corriente artística a la que pertenece una obra, sin embargo, estas técnicas pueden dificultar la apreciación de la esencia de las pinturas, es decir, no se logra apreciar con exactitud a qué contexto pertenecen. En el proyecto CIBU se extraen características de pinturas cubistas aplicando diferentes filtros, entre ellos la segmentación y la extracción de los siete momentos invariantes de Hu para poder realizar una clasificación en tres categorías cotidianas, objetos, paisajes y retratos utilizando una red neuronal Backpropagation.

**Abstract** In the art use techniques that seek obtain a composing of shapes, colors and textures. This composing is known as the characteristics that determine the type of artistic movement a oeuvre belongs, however, this characteristics can hinder assessment the essence of the painting, i.e., it is not appreciate with accuracy to what context belong. The project CIBU extract characteristics of cubist paintings applying different filters, between them the segmentation and the extraction of seven invariant moments of Hu to make the classification in three everyday categories, objects, landscapes and portrait using a neuronal network Backpropagation.

**Palabras Clave:** Procesamiento de Imágenes, Segmentación, Momentos Invariantes, Backpropagation, Cubismo.

**Keywords:** Digital Image Processing, Segmentation, Invariant moments of Hu, Backpropagation, Cubism.

## 1. Introducción

El procesamiento de imágenes es una tarea verdaderamente detallada ya que consiste en extraer características, parámetros o patrones, con el fin de clasificar o en todo caso generar nuevas imágenes. Actualmente este procesamiento trae consigo grandes beneficios porque su impacto es de gran utilidad en las áreas como la medicina, el control de procesos industriales, la comunicación, el entretenimiento, la agricultura, la educación, entre otras. Otro ejemplo, es para la restauración de imágenes donde la principal dificultad consiste en solucionar defectos, los cuales suelen aparecer ocasionalmente, como la fluctuación de la iluminación y circunstancias que dificultaban la visión de los objetos.

Diversos artículos de investigaciones hacen un gran énfasis a la utilidad del procesamiento de imágenes en las áreas antes mencionadas, sin embargo, hasta la fecha no se han considerado las corrientes artísticas. Una de las corrientes artísticas más importantes del siglo XX es el Cubismo, nacido en Francia entre el año 1904 y 1914 y cuyo exponente más conocido es Pablo Picasso. Las pinturas pertenecientes a esta corriente poseen características que pueden permitir la extracción de patrones, ya que en ellas predominan las líneas rectas, modeladas básicamente por cubos y cilindros. El objetivo es presentar un proyecto en el cual podamos extraer características de diferentes pinturas para posteriormente clasificarlas de manera más específica, tomando como referencia un contexto cotidiano.

## 2. Trabajos Relacionados

El objetivo principal del trabajo de Rolón [1] es desarrollar un software para la interpretación de caracteres. Esta interpretación se aplica al reconocimiento de placas de vehículos y el software desarrollado está compuesto por 3 etapas. La primera consiste en procesar la imagen de partida para resaltar sus características; la segunda etapa realiza medidas sobre la imagen procesada y produce un vector de características, en la etapa final dicho vector se compara con vectores correspondientes a distintas clases. Finalmente se desarrolló un software capaz de interpretar caracteres de placas de vehículos.

El principal objetivo del trabajo de Gómez [2] es clasificar automáticamente una serie de objetos que pasan por una banda de producción para posteriormente separarlos y empacarlos. Dicho sistema constaba de las siguientes etapas: preprocesamiento, segmentación, extracción de rasgos y finalmente la clasificación. Los

resultados de la implementación fueron muy favorables, ya que la clasificación fue 100% correcta.

La idea principal del trabajo de García [3] es desarrollar aplicaciones para teléfonos móviles que sean capaces de identificar imágenes. A partir de un conjunto de imágenes se extraen las características, se almacenan en una base para que posteriormente un servicio web consuma la información para el reconocimiento y finalmente se utiliza un algoritmo que permite su clasificación definitiva. Los resultados de este proyecto fueron favorables, ya que el sistema funcionaba, sin embargo, se menciona que en muchas ocasiones los momentos invariantes de Hu no son suficientes para una clasificación adecuada.

En el trabajo de Cáceres [4] el objetivo principal es reconocer plagas en la planta flor de azúcar ya que ésta es atacada por diferentes insectos. Para llevar a cabo la implementación como primera fase se tomaron fotografías en un campo de flores, posteriormente se procesaron dichas imágenes aplicando filtros, se hizo un conteo de píxeles analizar la ubicación de los agujeros respecto a la hoja. Este trabajo de procesamiento de imágenes resultó ser rápido y con ventajas económicas.

En el trabajo de Ortega [5] se propone la implementación de un algoritmo que combina la umbralización global y adaptativa. Este algoritmo permite la extracción de volúmenes óseos como entidades geométricas únicas de imágenes de tomografía computarizada (TC) para el estudio biomecánico. Se demostró que la combinación de la umbralización global y la adaptativa constituyen un método efectivo.

En el trabajo de Sánchez [6] se desarrollan aplicaciones de detección de bordes por medio de operadores para detectar y reconocer elementos básicos como figuras, líneas y formas. El método de este trabajo consistió en la aplicación de los operadores Roberts, Sobel y Canny tomando como referencia una imagen de un billete de 100 dólares. Se demostró que el operador de Roberts presenta un problema y el algoritmo de Canny es más eficiente y preciso.

### 3. Descripción de la Aplicación

El sistema CIBU está compuesto por 6 etapas, como se observa en la figura 1. Cada una hace referencia a una fase de todo el proceso de este sistema, la primera consiste en crear una base de datos de 100 pinturas cubistas las cuales son procesadas para finalmente identificar la categoría a la que pertenecen. En la segunda etapa se aplica el método de segmentación, esto para identificar las áreas de interés. Durante la tercera se extraen las características de cada pintura basadas en los siete momentos invariantes de Hu, esto para llevar a cabo la creación de la base de datos de dichas características, es decir, la cuarta fase. Posteriormente se procede a entrenar a la red neuronal; cabe resaltar que el entrenamiento de la red se lleva a cabo con las siete características de cada una de las 30 imágenes reales, 10 de cada una de las categorías que se establecieron, las cuales son: objetos, paisajes y retratos; y finalmente se realiza la clasificación de pinturas.

La red neuronal tiene como entrada las siete características de las imágenes que conforman la base de conocimiento, es decir, las 30 imágenes reales. Una vez realizado el entrenamiento de la red esta tiene como entrada las siete características de las pinturas para que se indique a qué categoría pertenecen tomando como referencia lo aprendido durante el entrenamiento.



Figura 1. Descripción de la interfaz del sistema CIBU

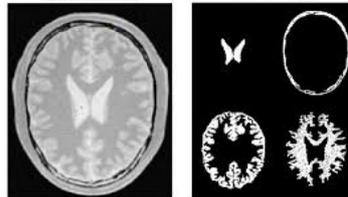
### 4. Conceptos Básicos

*Procesamiento de imágenes:* técnicas de proceso de imágenes que se utilizan para mejorar la apariencia visual de las imágenes. Tiene que ver con la adquisición, transmisión, procesamiento y representación de las imágenes (ver Figura 2). [7]



Figura 2. Imagen en RGB, escala de grises y binaria.

**Segmentación:** proceso de dividir la imagen en grupos, basado en las similitudes entre los píxeles, cada píxel de la imagen puede asociarse con ciertas propiedades visuales, como el brillo, color y textura (ver Figura 3). [8]



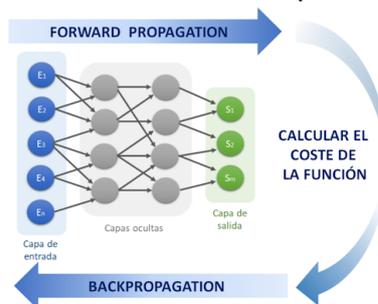
**Figura 3.** Segmentación basada en crecimiento de regiones a partir de la rodaja de un cerebro.

**Momentos Invariantes:** son un conjunto de momentos a partir de los cuales se pretende reconocer un objeto independientemente de su posición y orientación de la imagen (ver Figura 4). [9]

$$\begin{aligned}
 H_1 &= \bar{\mu}_{20} + \bar{\mu}_{02} \\
 H_2 &= (\bar{\mu}_{20} - \bar{\mu}_{02})^2 + 4\bar{\mu}_{11} \\
 H_3 &= (\bar{\mu}_{30} - 3\bar{\mu}_{12})^2 + (3\bar{\mu}_{21} - \bar{\mu}_{03})^2 \\
 H_4 &= (\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12})^2 + (\bar{\mu}_{21} + \bar{\mu}_{03})^2 \\
 H_5 &= (\bar{\mu}_{30} - 3\bar{\mu}_{12}) \cdot (\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12}) \cdot [(\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12})^2 - 3(\bar{\mu}_{21} + 3\bar{\mu}_{03})^2] + \\
 &\quad (3\bar{\mu}_{21} - \bar{\mu}_{03}) \cdot (\bar{\mu}_{21} + \bar{\mu}_{03}) \cdot [3(\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12})^2 - (\bar{\mu}_{21} + 3\bar{\mu}_{03})^2] \\
 H_6 &= (\bar{\mu}_{20} - \bar{\mu}_{02}) \cdot [(\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12}) - (\bar{\mu}_{21} + \bar{\mu}_{03})^2 + 4\bar{\mu}_{11} \cdot (\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12}) \cdot (\bar{\mu}_{21} + \bar{\mu}_{03})] \\
 H_7 &= (3\bar{\mu}_{21} - \bar{\mu}_{03}) \cdot (\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12}) \cdot [(\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12})^2 - 3(\bar{\mu}_{21} + 3\bar{\mu}_{03})^2] + \\
 &\quad (3\bar{\mu}_{12} - \bar{\mu}_{30}) \cdot (\bar{\mu}_{21} + \bar{\mu}_{03}) \cdot [3(\bar{\mu}_{30} + \bar{\mu}_{12})^2 - (\bar{\mu}_{21} + 3\bar{\mu}_{03})^2]
 \end{aligned}$$

**Figura 4.** Siete momentos invariantes de Hu.

**Backpropagation:** trabaja bajo aprendizaje supervisado y por lo tanto necesita un conjunto de instrucciones de entrenamiento que le describa cada salida y su valor de salida esperado (ver Figura 5). [10]



**Figura 5.** Estructura de Backpropagation.

**Cubismo:** movimiento pictórico y escultórico originado por Picasso y Braque reconocido como uno de los grandes puntos de inflexión del arte occidental, nació en París en la primera década del siglo XX(ver

Figura 6). [11]



**Figura 6.** "Las Señoritas de Avignon" de Picasso.

## 5. Interfaz de Usuario

A partir de una imagen, se aplican los filtros y algoritmos antes mencionados para obtener los siete momentos invariantes de Hu, mismos que son considerados descriptores, los cuales ayudarán a la clasificación de las pinturas.

A continuación, se describe el proceso que se sigue en la interfaz cuando se da clic en cada uno de los botones.

- El botón "Abrir imagen" abre un explorador de archivos.
- "Binarización y dilatación" binariza y dilata la imagen elegida y la muestra.
- "Segmentación y erosión" segmenta y erosiona la imagen resultante de la binarización y dilatación.
- "Bordes" detecta los bordes de la imagen previamente segmentada y erosionada.
- "Momentos Hu" obtiene los datos numéricos de los siete descriptores y los muestra en una tabla. Estos datos serán la base de conocimiento de la red neuronal Backpropagation, para que finalmente cuando se procese una pintura pueda ser clasificada en una de las categorías, objeto, paisaje o retrato.

En la figura 7. se muestra la interfaz del sistema, en donde se visualizan los resultados de cada una de las fases dentro del procesamiento.

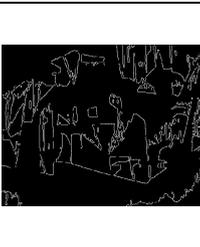


Figura 7. Interfaz de usuario

## 6. Resultados y Pruebas

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos después de aplicar cada uno de los filtros. Los primeros dos filtros son el de binarización, para que la imagen sea más fácil de tratar y la dilatación garantiza que no se pierda información, ya que como su nombre lo dice dilata los bordes de la imagen. Los filtros siguientes son los de la segmentación, por crecimiento de regiones, esto para eliminar el ruido que pueda existir en la imagen, y la erosión para que la imagen regrese a su forma original, es decir, se quita la dilatación de los bordes. El último filtro es la detección de bordes por medio del operador de Canny y finalmente se obtienen los siete momentos invariantes de Hu.

Imagen				
Binarización y dilatación				

<p><b>Segmentación y erosión</b></p>				
<p><b>Bordes</b></p>				
<p><b>Momentos invariantes de Hu</b></p>	<p>10.699654, 24.140245, 447.482300, 122.044984, 21820.573462, 489.178824, -18366.316026,</p>	<p>3.265012, 1.944602, 1.688806, 0.393336, 0.180339, 0.419725, 0.265045,</p>	<p>4.377560, 9.006318, 0.638190, 0.402507, 0.141238, 1.072239, -0.147204,</p>	<p>4.874082, 1.262747, 0.448976, 0.209349, -0.056242, -0.188341, 0.030924,</p>

**Tabla 1.** Resultados de los filtros y momentos invariantes de Hu.

## 7. Conclusiones

Los resultados obtenidos dentro de las primeras cuatro fases de este sistema fueron 100% correctos ya que se obtuvo una base de datos completa, la cual definirá el comportamiento de la red neuronal Backpropagation. Lo que falta por llevar a cabo es la implementación de las últimas dos fases, en donde se entrena a la red neuronal para posteriormente realizar la clasificación de las pinturas cubistas en base a las categorías objetos, paisajes y retratos.

## Referencias

1. Rolón, R. & Domínguez, V. (2015). Reconocimiento de Caracteres en Imagen Digital, una Aplicación al Reconocimiento Automático de Placas de Vehículos. Agosto 27, 2019, de Facultad Politécnica, Universidad Nacional del Este. Recuperado de: [www.une.edu.py/index/php/fpunescientific/article/download](http://www.une.edu.py/index/php/fpunescientific/article/download)
2. Gómez, W. (2015). Reconocimiento de objetos en fotografías. Noviembre 27, 2019, de CINESTAV-LTI. Recuperado de: <https://www.tamps.cinvestav.mx/wgomez/toptamps/tutorial.pdf>
3. García, P. (2013). RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES UTILIZANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES. Noviembre 27, 2019, Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: <https://eprints.ucm.es/23444/1/ProyectoFinMasterPedroPablo.pdf>
4. Cáceres, C. A., & Amaya, D. & Ramos, O. L. (2015). Procesamiento de imágenes para reconocimiento de daños causados por plagas en el cultivo de Begonia semperflorens

- (flor de azúcar). Mayo 06, 2019, de Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169940048012>
5. Ortega, D. R., & Gutiérrez, G., & Iznaga, A. M., & Rodríguez, T. & de Beule, M., & Verhegghe, B. (2014). Segmentación de los huesos en imágenes TC empleando la umbralización global y adaptativa. Mayo 06, 2019, de Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría - Instituto de Tecnología Biomédica, Universidad de Ghent. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-imagendiagnostica-308-pdf-S2171366914000043>
  6. Sánchez, V. M., & Caballero, F. G., & Pérez, M. Á., & Vidal, M. & Rodríguez, E. (2016). DETECCIÓN DE BORDES DE UNA IMAGEN USANDO MATLAB. mayo 06, 2019, de Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya. Recuperado de: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/655/>
  7. González, D. (Sin fecha). 2. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES. Febrero 25, 2019, de UNIVERSIDAD DE SALAMANCA MASTER DE GEOTECNOLOGÍAS CARTOGRÁFICAS EN INGENIERÍA Y ARQUITECTURA. Recuperado de: <http://ocw.usal.es/eduCommons/enseñanzas-tecnicas/procesamiento-avanzado-de-imagenes-digitales/contenidos/Tema2.pdf>
  8. McAndrew, A., INTRODUCTION TO DIGITAL IMAGE PROCESSING WITH MATLAB, Estados Unidos, 2004
  9. Erick, C., Daniel, Z. y Marco, P Procesamiento digital de imágenes con MATLAB y Simulink, México, 2010.
  10. Pedro, P., INTELIGENCIA ARTIFICIAL CON APLICACIONES A LA INGENIERÍA, México, 2010.
  11. Lozano, J.M., HISTORIA DEL ARTE, primera edición, México, 2013.



## Sistema de seguimiento para alumnos egresados

Candido Daniel Ferrer Sandoval, M.C. María Margarita Labastida Roldan  
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología  
Apizaquito, 20 de Noviembre, C.P 90341, Tlaxcala, México  
{candido282.df, mariamargarita.labastida.r}@gmail.com  
<http://www.uatx.mx/>

*Recibido 20 de marzo de 2020, Aceptado 3 de abril de 2020,  
Versión final 24 de abril de 2020*

**Resumen:** Actualmente en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, el seguimiento de alumnos egresados se lleva a cabo de la manera tradicional, con procesos manuales de investigación repartiendo encuestas impresas en papel, generando un gasto de tiempo y de recursos.

Se ha desarrollado un sistema web, de características eficientes que cumplen la funcionalidad requerida sin los problemas de las soluciones actuales. Con ello se consiguió que las tareas para el seguimiento de alumnos egresados involucren menos tiempo de análisis y desarrollo, útil para la automatización de este proceso.

**Abstract:** Currently, in the Faculty of Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología, the follow-up of graduated students is carried out in the traditional way, which consists of manual research processes through the distribution of printed paper surveys, generating an expense of time and resources, both monetary and material. A web system has been developed, in which a solid base of efficient features was established that depend on the required functionality without the problems of current solutions. With this, it is required that the tasks for monitoring graduate students cost less time for analysis and development, since they have a system that satisfactorily meets the requirements necessary to automate this process.

**Palabras Clave:** Sistema, Sondeo, Automatización, Web, información.

**Keywords:** System, Polling, Automation, Web, information.

## 1. Introducción

La elaboración y distribución de encuestas es un proceso que se realiza cada vez más a menudo en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología. Es la manera más sencilla de recabar información sobre ciertas actividades o eventos que involucran a la facultad, todo con el fin de analizar dicha información para la mejora continua de los procesos.

Tomando en cuenta dicha información la realización de este proyecto generará un sistema web que permitirá el envío de cuestionarios diseñados para conocer sobre la situación laboral de los alumnos, así como datos de referencia de sus empleadores y desempeño de los alumnos en dicha empresa o institución. Todo con el fin de acabar con el proceso manual de sondeo que se lleva a cabo actualmente en la facultad para el seguimiento de alumnos egresados, automatizando dicho proceso.

La automatización de procesos tiene las siguientes ventajas:

- Incide en la reducción de costos operativos e incrementa la velocidad y confiabilidad de implementación de las tareas de soporte y desarrollo.
- Favorece que los sistemas trabajen sin interrupciones.
- Permite disponer de mejores análisis y agiliza la instalación de aplicaciones mediante la ejecución automatizada de trabajos.
- Elimina la ejecución de secuencias de comandos manuales que pueden estar sujetas al error humano, aumentando la eficiencia y la productividad.
- Permite la visibilidad y control de todos los flujos de trabajo y de las tareas, ofreciendo reportes del estado de los procesos terminados, en proceso y futuros.
- Se puede implementar tanto en forma física como en varios entornos en la nube, incrementando las posibilidades de gestión y control de los procesos.

## 2. Trabajos Relacionados

Módulo informático de evaluación docente para la carrera de informática en el ISMMM [1], es un trabajo que brinda a manera de propuesta, una herramienta concebida para los docentes con el

objetivo de facilitar y complementar su labor diaria, mejorando sustancialmente la comunicación directa y constante entre profesores, coordinadores de año y jefes de carrera. La Gestión Docente conlleva a una eficaz optimización de las tareas de cualquier proceso docente educativo. El módulo informático forma parte de la gestión docente que se realiza en el departamento de informática del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM).

Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico [2], recopila la información sobre las tendencias mundiales en automatización de procesos industriales, aplicados al campo de los procesos de transformación de materiales en el sector farmacéutico. Se plantean los diferentes niveles de automatización que pueden ser de interés para la industria farmacéutica nacional y se hace una reflexión sobre el grado de avance para nuestra industria, seleccionando información sobre casos exitosos de automatización llevados a cabo desde la academia para el sector.

Propuesta de automatización en bodega de producto terminado en industria manufacturera de productos de higiene personal en Costa Rica [3] presenta una manera de automatización para la sección de bodega de producto terminado y área de entarimado de la empresa Kimberly Clark. La cual consiste en la lectura del código de barras de sus productos y la distribución de los mismos por canales específicos donde el operador humano intervenga hasta la etapa final de acomodo en tarimas para el paletizado, por lo que se consigue que el personal no tenga que estar realizando trabajos repetitivos y desgastantes y así se pueda llevar un control de inventario minucioso de forma automática, haciendo notar claramente las ventajas de la automatización.

Survey Monkey – Una herramienta para realizar encuestas y cuestionarios. [4] nos presenta a SurveyMonkey el cual es un sistema web que permite realizar encuestas personalizadas para recopilar datos y poder tomar decisiones sobre cualquier asunto. Las encuestas se pueden enviar de manera electrónica y posteriormente estudiar todos los datos, sin embargo queda la limitante de que es un sistema de paga el cual al no estar suscrito se pierde casi el 70% de las funciones básicas que se necesitan, además de evitar quitar la

publicidad de la página por usar el software para trabajar.

### 3. Descripción de la Aplicación

Sistema web responsivo llamado **SSAE**, siendo las siglas de “Sistema de Seguimiento para Alumnos Egresados”, que permite el envío de dos cuestionarios estratégicamente elaborados vía correo electrónico, haciendo que de este modo el realizar sondeos sea de manera rápida y automatizada.

De igual modo el sistema permite el registro de las diferentes empresas o instituciones donde estén laborando los alumnos egresados, para posteriormente consultar un catálogo con todas las diferentes empresas.

Todo esto controlado mediante un inicio de sesión que permite el acceso al sistema.

### 4. Conceptos Básicos

La **automatización** es el sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.

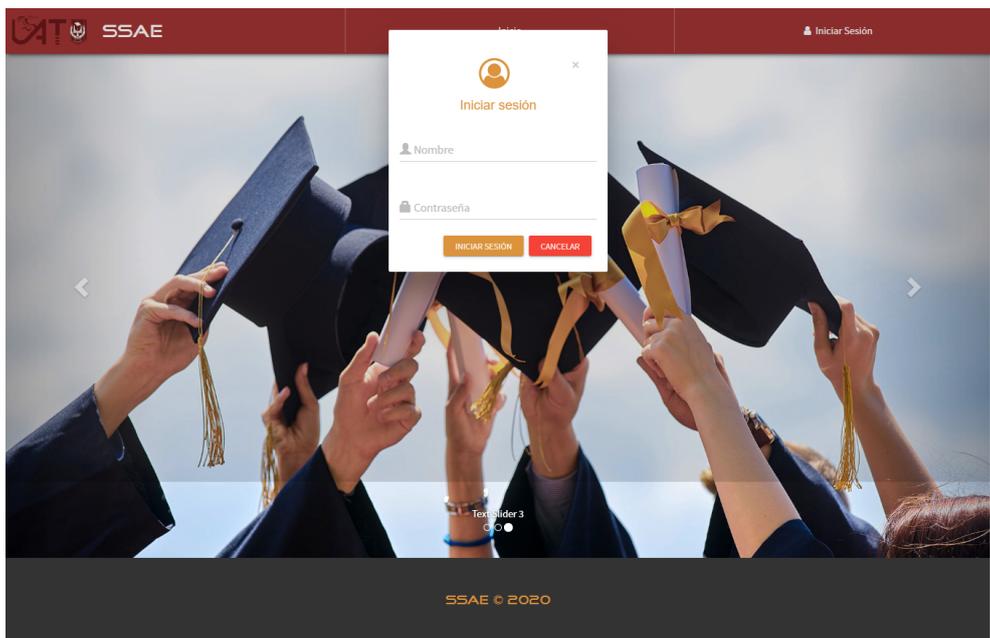
Un **cuestionario** es una forma organizada y práctica de hacer preguntas y respuestas, es un sistema adaptable a cualquier campo que busque una opinión generalizada de un tema en específico, sin embargo, también es aplicable en relaciones intrapersonales como las entrevistas de trabajo o posiciones estudiantiles en las que es necesario evaluar un comportamiento psicológico o académico de cualquier persona.

Un **sondeo** es una herramienta de observación ejecutada por aquellos que deseen tener claro cuál es el panorama en una determinada cuestión, un sondeo es por definición un proceso destinado a la búsqueda de un resultado estadístico el cual da la idea de lo que se quiere aplicar en la zona en la que se realizó dicho procedimiento.

## 5. Interfaz de Usuario

En la Figura 1 se aprecia una pantalla de inicio la cual cuenta con diferentes imágenes alusivas al sistema o con diferentes anuncios o recordatorios.

De igual modo se cuenta con un botón de inicio de sesión, el cual al pulsarlo abre una ventana emergente que solicita un usuario y contraseña para poder acceder y hacer uso de las diferentes funcionalidades del sistema.



**Figura 1.** Inicio de Sesión

En la Figura 2 se aprecia el menú de un usuario que ya ha iniciado sesión. Al iniciar sesión se agregan dos nuevas opciones: Seguimiento y administración.



**Figura 2.** Menú

En la Figura 3 se aprecia el panel de administración, en el cual el usuario puede agregar, modificar y eliminar nuevos usuarios y empresas al sistema, al igual que listar todas las empresas y usuarios que existen la base de datos.



**Figura 3.** Panel de administración

En la Figura 4 se aprecia el panel de encuestas, en el cual el usuario puede visualizar, enviar y ver los resultados de los sondeos realizados.



**Figura 4.** Panel de encuestas

En las figuras 5 y 6 se puede apreciar la encuesta que los alumnos y empleadores recibirán vía correo electrónico.

UATM SSAE

Encuesta EGRESADOS

I Trayectoria académica

¿Cuentas con título de licenciatura?

Si

**Figura 5.** Encuesta Egresados

UATM SSAE

Encuesta EMPLEADORES

I Propósitos

Los conocimientos de los egresados permiten satisfacer los requerimientos y necesidades de nuestra organización

Muy de acuerdo

**Figura 6.** Encuesta Empleadores

La interfaz gráfica fue diseñada de tal forma que fuera intuitiva para cualquier usuario, y los cuestionarios se presentaran de una manera clara y agradable.

## 6. Resultados y Pruebas

Se hará el registro de un nuevo administrador al sistema, donde se ha verificado que las validaciones de campo funcionan de manera correcta, tales como: campos en blanco, espacios, número total de caracteres, caracteres especiales y formato del campo.

Agregar un nuevo administrador

Nombre de usuario

Artículo

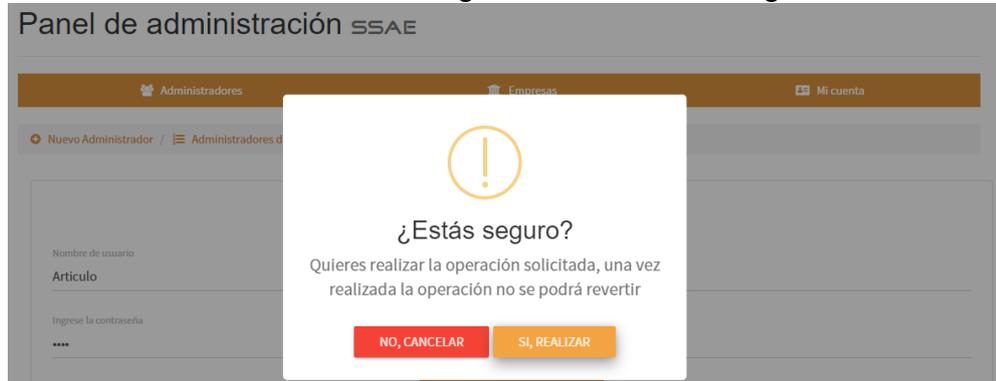
Ingrese la contraseña

Repita la contraseña

AGREGAR ADMINISTRADOR

**Figura 7.** Validación de campos

Al realizar dicha acción de registro de administrador se pide confirmación en una ventana emergente como la de la figura 8.



**Figura 7.** Confirmación de acciones

Como consecuencia deberíamos visualizar un nuevo administrador llamado artículo, como se observa en la figura 9.

Administradores del sistema		
#	Nombre	Eliminar
1	MtrPaty	ELIMINAR
2	Articulo	ELIMINAR

**Figura 7.** Lista de administradores.

Para obtener resultados hemos enviado a un alumno la encuesta de seguimiento por medio el sistema, en la figura 8 apreciamos que se necesita un asunto, destinatario, descripción y seleccionar la encuesta que deseamos enviar.

✉ Mensaje nuevo

Ingresar un asunto:

Encuesta de seguimiento

---

Destinatario:

---

Ingresar una descripción

La Facultad de Ciencias básicas Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Tlaxcala está interesada en conocer el desempeño de los egresados de los Programas Educativos que oferta y su impacto en el desarrollo socioeconómico en el estado y país, es por ello que se dirige a usted, con el propósito de actualizar los programas educativos para satisfacer las necesidades del ámbito laboral, por lo anterior recurrimos a usted solicitando su valiosa ayuda dando respuesta al siguiente formulario, con el fin de obtener indicadores actualizados y confiables para dicho propósito.

---

Elige la encuesta a enviar:

Encuesta de egresados

**Figura 8.** Panel de Envíos.

En la figura 9 se puede observar el correo que reciben los alumnos y empleadores, donde encontrarán un acceso a la encuesta que se solicita contesten.



Figura 9. Correo enviado desde el sistema SSAE.

Una vez que el usuario ha terminado de contestar la encuesta, se pueden apreciar los resultados en el sistema tal como se muestra en la figura 10, además de poder descargar un Excel con los resultados como el que se aprecia en la figura 11.

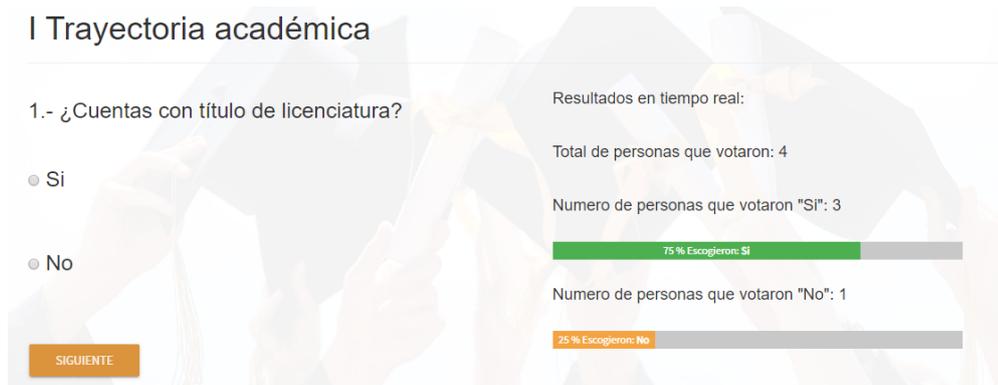


Figura 10. Resultados vistos desde el sistema SSAE.

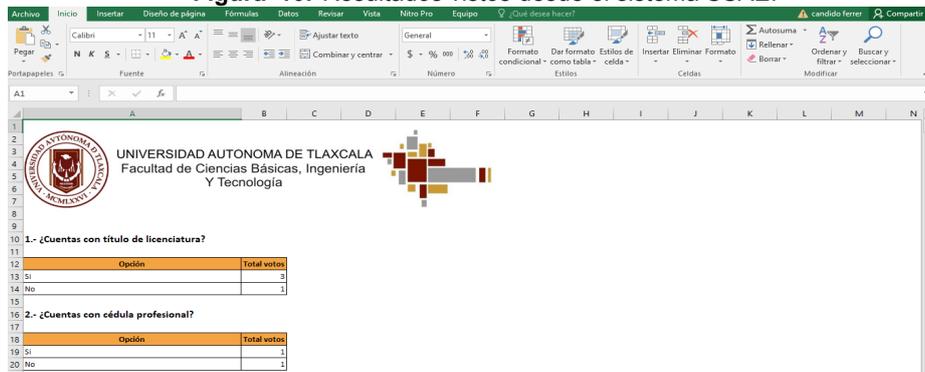


Figura 10. Excel generado por el sistema SSAE.

## 7. Conclusiones

Sin duda alguna la automatización de procesos es un tema que tiene peso desde hace ya bastante tiempo atrás, y que cada vez más tareas pueden ser automatizadas con las nuevas herramientas que surgen.

De igual forma, como ya sabemos la tecnología día a día se va haciendo parte fundamental de la vida humana, y al día de hoy aún faltan muchos procesos por automatizar.

Por último, agregar que no se debe temer a la tecnología como sociedad. La automatización de procesos no busca disminuir las labores humanas, sino que busca mejorar a la sociedad, y potencializar las actividades humanas por medio de las máquinas para así permitir un desarrollo más fácil, rápido y eficaz.

Se espera que este proyecto de pie a futuros proyectos que buscan la calidad en sus labores diarias, estableciendo las bases para la creación de más sistemas web y dando a conocer la ventaja de la automatización de procesos.

## Referencias

- [1]. Martínez, M., Martínez, Y. & Díaz, I. (2012, octubre 26). *Módulo informático de evaluación docente para la carrera de informática en el ISMMM*, pp.1-13.
- [2]. Vallejo, B. & Vallejo, S. (2006, abril 10). *Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico*, 8, pp.1-17.
- [3]. Pérez, E. (2015). *Propuesta de automatización en bodega de producto terminado en industria manufacturera de productos de higiene personal en costa rica*. Revista de las Sedes Regionales, XVI, pp. 1-20.
- [4]. Martínez, A. (2018). *Survey Monkey – Una herramienta para realizar encuestas y cuestionarios*. julio 20,2019, de Medialab UG Sitio web: <http://estebanromero.com/herramientas-emprender-desarrollar-proyectos/survey-monkey-una-herramienta-para-realizar-encuestas-y-cuestionarios/>.



**IZTATL**  
COMPUTACIÓN