



REVISTA  
**TECNOLOGÍA**  
DIGITAL

“Semillero de Investigadores”

ISSN: 2007-9400



“Tecnología para la sociedad”

Índice LatIndex: Folio 23658

[www.revistatecnologiadigital.com](http://www.revistatecnologiadigital.com)

Desde 2011

Volumen Número

**11 1**

Año 2021

**REVISTA**  
**TECNOLOGÍA**  
**DIGITAL**

## **CONSEJO EDITORIAL**

**Editor Principal. Dr. Fernando Pech May**  
Instituto Tecnológico Superior de los Ríos  
fernando.pech@cinvestav.mx

**Editor. MATI. Jorge Magaña Govea**  
Instituto Tecnológico Superior de los Ríos  
totosaus@gmail.com

**Presidente. Dr. Héctor Guerra Crespo.**  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.  
hgresco@hotmail.com, hector.gc@tuxtla.tecnm.mx

## **COMITÉ DE ARBITRAJE**

**Ing. Luis Antonio López Gómez**  
Instituto Tecnológico Superior de los Ríos  
Ingeniero en Sistemas Computacionales  
luis.lg@rios.tecnm.mx

**MATI. Ivette Pacheco Farfán**  
Instituto Tecnológico Superior de Escárcega  
ipacheco@itsescarcega.edu.mx

**Dr. Germán Ríos Toledo**  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez  
Doctor en Ciencias de la Computación  
german.rt@tuxtla.tecnm.mx

**Dr. David Salomón de la O Hidalgo**  
Instituto Tecnológico Superior de los Ríos  
delao1212@gmail.com

## **Editor Responsable.**

Editorial Tecnología Didáctica®.  
Dr. Héctor Guerra Crespo.  
Registro del padrón de editores: 970-94054 de fecha  
22-junio-2004.  
Palenque 139 Col. ISSSTE, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.  
C.p. 29060, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.  
[www.tecnologiadidactica.com](http://www.tecnologiadidactica.com)

## **Número en colaboración.**

Este número es una colaboración con el TecNM campus de los Ríos (ITSR) y el TecNM campus Escárcega (ITSE) en el marco del primer Congreso Regional de Computación y Tecnologías de Información (CORCOTI 2021) celebrado del 2 al 4 de marzo de 2021.

## **Revista Tecnología Digital.**

Índice LatIndex: 23658.  
ISSN: 2007-9400.  
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.  
Carretera Panamericana Km. 1080.  
C.P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.  
Departamento de Sistemas y Computación.  
01-961-6150461 Ext. 319  
[www.revistatecnologiadigital.com](http://www.revistatecnologiadigital.com)

**Revista Tecnología Digital.** Año 11, Volumen 11, Número 1 de 02 de agosto de 2021 es una publicación anual on-line [www.revistatecnologiadigital.com](http://www.revistatecnologiadigital.com) editada por Héctor Guerra Crespo oficinas en Palenque 139 Col. ISSSTE Tuxtla Gutiérrez Chiapas, México C.P. 29060. correo-e [hgresco@hotmail.com](mailto:hgresco@hotmail.com). Editor responsable: Héctor Guerra Crespo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2014-022811040300-203 otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. ISSN 2007-9400. Responsable de la última actualización de este número Dr. Héctor Guerra Crespo, Presidente del Consejo Editorial, Palenque 139 Colonia ISSSTE Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, C.P. 29060, fecha de la última modificación, 02 de agosto de 2021.

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 del editor responsable. Índice LatIndex: 23658.

# Índice.

	Página.
Análisis y desarrollo de una aplicación web para la visualización de audiencias utilizando la metodología Scrum	.... 1
Análisis y diseño de una aplicación web para gestionar la función empresarial de compras.	.... 11
Análisis y diseño del sistema SAEJ para el proceso de creación de expedientes judiciales del Juzgado de Control de Acapulco.	.... 29
Desarrollo de grafos de conocimiento agrícolas para la toma de decisiones hacia el cultivo sostenible y preciso en México.	.... 39
Desarrollo de un chatbot basado en narrativa digital y elementos de gamificación para un guía virtual turístico.	.... 49
Desarrollo de un sistema de analgesia por vibración en aplicaciones de rehabilitación neuromotriz.	.... 59
Diseño Conceptual de un sistema embebido portátil medidor de frecuencia cardiaca.	.... 67
Diseño de alarma de seguridad para casas habitación.	.... 79
Diseño e implementación de un sistema de señalamiento para ciclistas.	.... 93
Diseño e implementación de un sistema embebido localizador de personas.	.... 103
Diseño e implementación de un sistema embebido para la administración del agua en casas habitación.	.... 115
Estrategias de enseñanza en ambientes virtuales para incrementar el rendimiento Académico.	.... 127
Estudio del uso de las aplicaciones móviles para potencializar el desarrollo del comercio electrónico en los estudiantes.	.... 135
Implementación de la Metodología OOHDM en el desarrollo del Sistema Web SIREG.	.... 145

Plataforma web para la detección de alumnos subclínicamente depresivos.	..... 157
Probador de ropa virtual como medida innovadora y de higiene.	..... 167
Resignificación de la Práctica Docente ante el uso de las Tecnologías de la Información.	..... 175
Sistema de vigilancia vecinal.	..... 185
Validación de la usabilidad del pronunciador de lengua maya “Ta'an” en el noroeste del Estado de Yucatán	..... 195

# **Análisis y desarrollo de una aplicación web para la visualización de audiencias utilizando la metodología Scrum.**

## **Analysis and development of a web application for the visualization of audiences using the Scrum methodology.**

Oscar Iván Rojas Almontes\* (1)  
Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco.  
[ivan.18rojas1995@gmail.com](mailto:ivan.18rojas1995@gmail.com).

Juan Miguel Hernández Bravo (2), Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco,  
[juan.hb@acapulco.tecnm.mx](mailto:juan.hb@acapulco.tecnm.mx).

Alma Delia de Jesús Islao (3), Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco, [alma.isalo.ita@gmail.com](mailto:alma.isalo.ita@gmail.com).

Eloy Cadena Mendoza (4), Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco, [eloy\\_cadena@yahoo.com](mailto:eloy_cadena@yahoo.com).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*El desarrollo a través de una metodología contribuye a crear un sistema de gran calidad, porque da una serie de reglas y pasos a seguir para gestionar el ciclo de vida del software. En este artículo se presenta la implementación de una metodología ágil llamada Scrum, para gestionar el desarrollo de una aplicación web para un juzgado de control, incluyendo un análisis de las historias de usuario obtenidas por medio de la metodología para generar diagramas UML para representar los límites, la estructura y el comportamiento del sistema. Se presenta un avance en el desarrollo, mostrando las vistas generadas en los incrementos ya realizados, de esta forma se puede representar la estructura de trabajo que se ha estado utilizando para lograr el objetivo de concluir con la codificación del sistema.*

**Palabras clave:** Desarrollo web, scrum, juzgado de control, agenda digital.

### **Abstract.**

*The development through a methodology contributes to create a high-quality system, because it gives a series of rules and steps to follow and manage the software life cycle. This article presents the implementation of an agile methodology named Scrum, to manage the development of a web application for a court of control, including an analysis of the user stories obtained through the methodology to generate UML diagrams to represent the limits, the structure and behavior of the system. A development progress is presented, showing the views generated in the increments already made, in this way the working structure that has been used to achieve the objective of concluding with the coding of the system can be represented.*

**Keywords:** Web development, scrum, court of control, digital schedule.

## 1. Introducción.

La incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en las instituciones de justicia han aumentado de forma considerable en los países latinoamericanos, ofreciendo servicios públicos más eficientes y mejor adaptados al mundo actual. Es por ello que llevar la modernización de los sistemas de justicia es imprescindible a aquellas instituciones que no han sido actualizadas (Riego & Binder, 2012).

La aplicación web está en proceso de desarrollo a través de la metodología scrum para el juzgado de control y enjuiciamiento penal del estado de Guerrero, que es una institución del Poder Judicial encargada de impartir justicia penal, teniendo como finalidad esclarecer los hechos, proteger al inocente y sancionar al culpable. El proceso de solución de un juicio penal involucra diversas áreas dentro de la dependencia y subprocesos, el proyecto se enfoca en agendar audiencias, que implica dentro de la dependencia realizar dos procedimientos que se explican a continuación.

Al momento de escribir este artículo, en la dependencia, el proceso de selección de fechas para realizar las audiencias es elaborado de forma manual y la distribución de la carga de horario es realizada según el criterio de los responsables de agendar las fechas. Esto debe hacerse de manera inmediata al recibir una solicitud de audiencia y la fecha de la misma debe ser aprobada por el juez a cargo, a este proceso se le denomina “agendar audiencia por acuerdo” y es realizada en el área de causas, o durante una audiencia, donde es posible establecer la fecha de la siguiente, para el seguimiento del proceso judicial, a este proceso se le asigna el nombre de “agendar por área de salas” realizado en el área de salas.

Realizar la asignación de horarios para introducirlos a la agenda, involucra que los encargados de esta tarea cuenten con la siguiente información de forma inmediata:

- Cantidad de salas.
- Cantidad de jueces.
- Disponibilidad de horarios por parte de los jueces y las salas.

Es por ello que surgió la necesidad de un sistema que permitiera visualizar la distribución de los horarios de las salas de audiencia, además de ofrecer sugerencias de disponibilidad de fechas al momento de agendarlas, dicho sistema se expone su análisis y parte de su desarrollo en el presente trabajo.

El marco de trabajo que se está usando para el control del ciclo de vida de software es una metodología ágil por las propiedades que esta ofrece adaptándose a los requisitos de las industrias actuales como son: valor, reducción del tiempo de desarrollo, agilidad, flexibilidad y fiabilidad. La metodología utilizada es scrum basada en el desarrollo interactivo e incremental, al período de trabajo para desarrollar un incremento de producto se lo denomina “sprint”, y se recomiendan duraciones entre una y cuatro semanas (Palacio & Ruata, 2011). Además de utilizar este marco de trabajo, para el diseño de la aplicación web se utilizaron diagramas modelados en el estándar UML para tener una perspectiva clara del sistema.

## 2. Métodos.

El desarrollo del proyecto es realizado a través de la metodología ágil Scrum, que fue elegida debido a que se basa en las prácticas de autogestión y organización del proyecto, fomenta una mayor interacción con el cliente incrementando el índice de aceptación del producto final, a través de entregas continuas. La metodología Scrum no especifica dentro de su guía oficial el uso de modelos y diagramas de Lenguaje Unificado de Modelado (UML), pero para tener una mejor comprensión del proyecto a desarrollar y siguiendo las buenas prácticas se hará uso de los siguientes diagramas; Diagrama Entidad-Relación, Diagrama de Casos de Uso, Diagrama de Clases, Diagrama de Contexto, Diagrama de Despliegue y Modelado de Negocios, más adelante se especifica como se incluyen en la metodología Scrum.

## Metodología.

La metodología scrum aplicada a este trabajo se realiza en las siguientes etapas:

1. Definición de los roles de scrum.
2. Creación de las historias de usuario.
3. Estructuración del *product backlog*.
4. Planeación de los *sprint*.

### Definición de los roles de scrum.

Scrum considera tres roles (Schwaber & Sutherland, 2021), los cuales se menciona en la tabla 1.

**Tabla 1.** Roles de scrum.

Rol.	Involucrado.
<b>Scrum master.</b>	Asesor de la tesis.
<b>Product owner.</b>	Administrador del juzgado de control.
<b>Equipo de desarrollo.</b>	Desarrollador del proyecto.

**Asesor de la tesis:** Tiene conocimientos en la utilización de la metodología scrum y es designado por la institución educativa para monitorear el continuo avance del proyecto, por lo cual es asignado al rol de scrum master.

**Administrador del juzgado de control:** Es la persona con la que se tiene contacto directo dentro del juzgado de control y conoce a profundidad las necesidades dentro de la institución, cabe hacer mención que durante la adquisición de las historias de usuario se tuvo comunicación con más trabajadores.

**Desarrollador del proyecto:** Es el autor corresponsal de este artículo y tiene la función de analista, programador y *tester*.

### Creación de las historias de usuario.

Las historias de usuario fueron obtenidas en pláticas directas con los usuarios involucrados en los procesos donde se utilizará la aplicación web, fue empleado un formato para la adquisición de la información mostrado en la tabla 2 (Menzinsky, López, & Palacio, 2018). Para este artículo se expone únicamente una historia de usuario para presentar la estructura que se utilizó, cabe destacar que existen más historias que representan el total de requisitos del sistema.

**Tabla 2.** Historia de usuario 4, registro por área de causas.

Historia de usuario	
Número: HU04.	Usuario: Encargado de área de causas.
Nombre historia: Registro de audiencias por área de causas.	
Prioridad en negocio: alta.	Riesgo en desarrollo: baja.
Puntos estimados: 5.	Iteración asignada: 2.
Programador responsable: Oscar Iván Rojas Almontes.	
Descripción: Como encargado del área de causas quiero gestionar una agenda digital para poder organizar las audiencias y visualizar estos eventos.	

**Validación:**

- Agregar una audiencia.
- Modificaciones a los registros de audiencia.
- Verificación de audiencias agendadas.

**Estructuración del *product backlog*.**

La priorización de las historias de usuario dentro del *product backlog* se realizó en función de la prioridad del negocio, riesgo en desarrollo y los puntos estimados. Utilizando la herramienta MoSCoW (Menzinsky, López, & Palacio, 2018), se clasificó como se muestra a continuación en la tabla 3.

**Tabla 3.** *Product backlog* priorizado.

ID Historia de Usuario	HISTORIA DE USUARIO Nombre	Criterios de Aceptación	OTROS DATOS DE LA EPICA O HISTORIA DE USUARIO			
			Prioridad	Estimación	Sprint	Estado
HP01	Analisis del sistema.		1	8	1	Realizado
HU01	Acceso al sistema.	1.- El administrador puede insertar usuarios. 2.- Puede asignar roles a los nuevos usuarios. 3.- Los usuarios pueden ingresar al sistema.	2	8	1	Realizado
HU04	Registro de audiencias por área de causas.	1.- Agregar una audiencia. 2.- Modificaciones a los registros de audiencia. 3.- Verificación de audiencias agendadas.	3	5	2	Realizado
HU05	Reservación de espacio en la agenda.	1.- Comprobar que se bloquen esos recursos. 2.- Que no sea posible agendar en esa fecha.	4	13	2	Por Hacer
HU06	Registro de audiencias por área de salas.	1.- El encargado puede agendar las fechas. 2.- La persona puede visualizar la agenda.	5	3	3	Por Hacer
HU02	Vista semanal.	1.- El calendario ofrece la vista semanal. 2.- Se incluy los eventos con los detalles necesarios para el usuario.	6	3	3	Por Hacer
HU03	Disponibilidad del sistema.	1.- El sistema está disponible para el acceso del usuario en todo momento. 2.-Visualizar bitácora de eventos realizados durante la sesión.	7	3	3	Por Hacer
HU08	Consulta de horarios de audiencia por Juez.	1.- El Juez puede visualizar sus audiencias dentro de la agenda. 2- La vista es adecuada para la información que el usuario requiere.	8	5	3	Por Hacer
HU07	Sugerencias de fechas.	1.- El usuario puede utilizar las sugerencias que el sistema ofrece.	9	20	4	Por Hacer

Dentro del *product backlog* se consideró el análisis de los diagramas para construir la aplicación web, se utilizó HP01 para hacer referencia al elemento necesario para el programador para obtener una visión más clara de la arquitectura del proyecto.

**Planeación de los sprint.**

El equipo de desarrollo se encuentra conformado por una sola persona, por ello se distribuyeron las tareas en 4 sprint con una duración de 30 días naturales cada uno, considerando días de descanso. El factor decisivo es la estimación de dificultad asignada a cada historia de usuario, donde la suma de puntos de dificultad del primer sprint es de 16 puntos, el segundo de 18 puntos, el tercero de 14 puntos y finalmente el cuarto de 20 puntos, con esto se hace una distribución de puntos de dificultad similar, permitiendo que el primer sprint sea una base para conocer el comportamiento de los 3 restantes.

## Herramientas utilizadas.

La elección del patrón arquitectónico que se está utilizando para el desarrollo del proyecto es el llamado patrón modelo-vista-controlador (MVC). Un patrón arquitectónico debe describir una organización de sistema que ha tenido éxito en sistemas previos pues influye en la potencia, desempeño y calidad del producto final (Sommerville, 2011).

Para explicar las herramientas utilizadas, la aplicación web se divide en: *back-end* y *front-end*, que se mencionan a continuación.

El *back-end* son las funciones o procesos no visibles para el usuario, este se encuentra desarrollado en el lenguaje PHP de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web (Group, 2021). Este lenguaje es utilizado en su versión 7.2.34 dentro del framework *CodeIgniter* en la versión 4.0.4.

En el *front-end* que es la parte con la que tendrá interacción con el usuario está constituida por HTML, Javascript y CSS, para agilizar el desarrollo de las vistas de usuario se utilizó como herramientas de apoyo *AdminLTE 3.1.0*, *FullCalendar* y *Bootstrap*.

**MySQL:** Para el almacenamiento de la información serán administradas por el sistema de gestión de base de datos.

MySQL dada las relaciones existentes entre los datos que serán gestionados, además, está desarrollado bajo licencia pública y se integra perfectamente con el framework *CodeIgniter* (Foundation, 2021).

## 3. Desarrollo.

Actualmente el desarrollo de la aplicación web cuenta con tres *sprint* realizados, estos señalados en el *product backlog* priorizados son los siguientes; HP01, HU01 y HU02. Serán explicados lo más relevante de cada uno en los puntos siguientes.

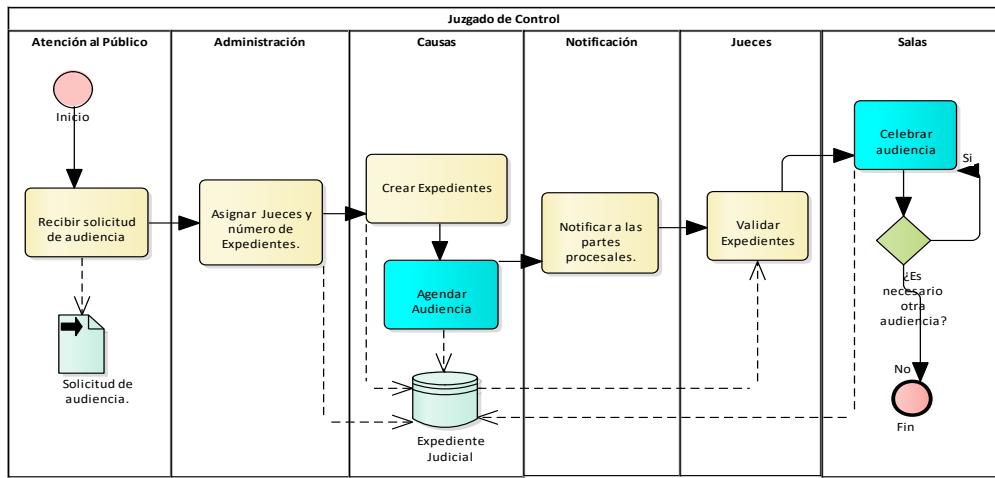
### HP01 – Análisis del sistema.

El primer *sprint* nombrado HP01 que se muestra en la tabla 3, en esta etapa se realizó el análisis y diseño de los diagramas UML necesarios para entender la distribución del sistema. Los diagramas utilizados son los siguientes; diagrama entidad-relación, diagrama de casos de uso, diagrama de clases, diagrama de contexto, diagrama de despliegue y modelado de negocios.

En este documento será presentado únicamente el modelado de negocios, diagrama de contexto y diagrama de casos de uso para mostrar de forma general la aplicación web que se está desarrollando, mostrar más a profundidad la arquitectura del sistema podría generar una vulnerabilidad y de esta forma comprometer la información que será gestionada.

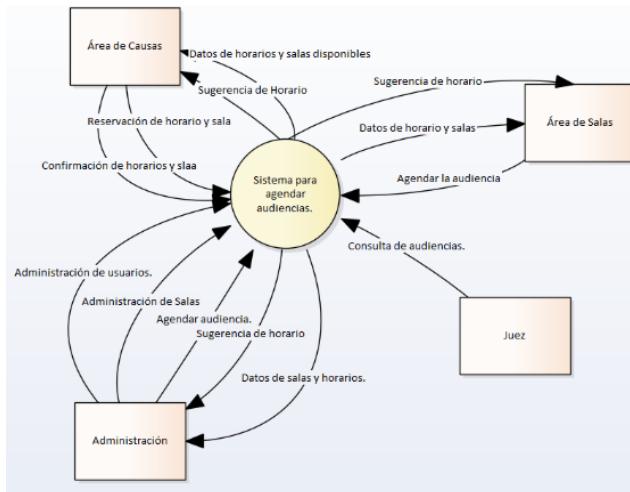
### Modelado de negocios.

Para tener una mejor perspectiva del momento en que tendrá participación el desarrollo de la propuesta de la aplicación web dentro del proceso general del juzgado de control, se hace uso del modelado de negocios de la institución, marcando con color azul los procesos involucrados en el uso de la aplicación, ver figura 1.



**Figura 1.** Modelado de negocios. Fuente: Elaboración propia con asesoría del administrador del juzgado.

#### Diagrama de contexto.

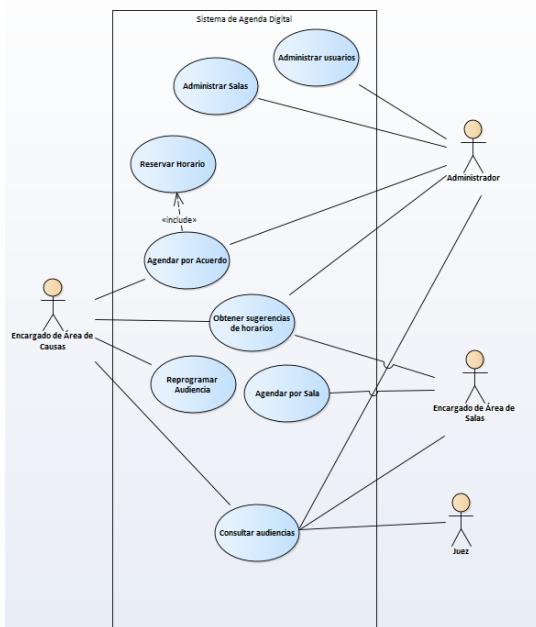


**Figura 2.** Diagrama de contexto.

En la figura 2 se aprecian los diferentes actores que harán uso de la aplicación web que son; área de causas, área de salas, administración y juez. El diagrama de contexto representa la vista de alto nivel del sistema, donde se aprecia las actividades más relevantes que interactúan con él.

#### Diagrama de casos de uso.

La figura 3 muestra el comportamiento del sistema, este diagrama fue diseñado con base a las historias de usuario obtenidas de cada empleado que participa en el proceso donde se enfoca el desarrollo de este proyecto, es por ello que en el diagrama de la figura 3 presenta las funciones que cubren las necesidades obtenidas.



**Figura 3.** Diagrama de casos de uso.

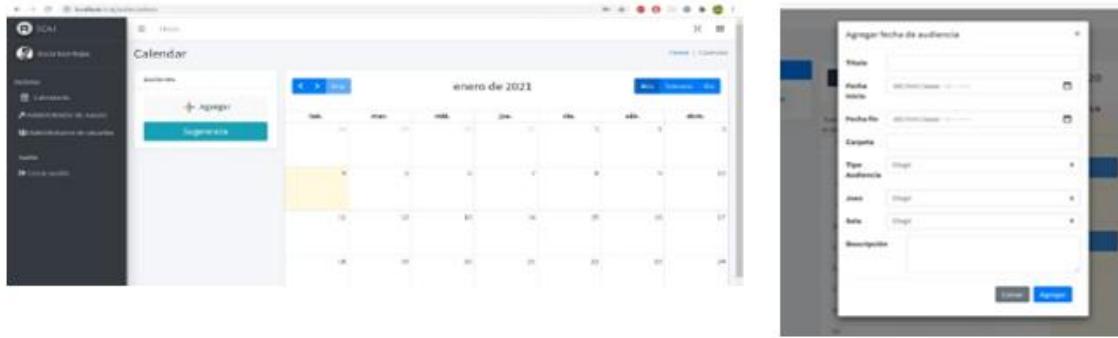
#### HU01 – Acceso al Sistema.



**Figura 4.** Acceso al sistema desarrollado con el framework codeigniter y la plantilla adminLTE.

El acceso al sistema está diseñado para que cada actor una vez comprobadas sus credenciales acceda a las funciones presentadas en el Diagrama de Casos de Uso, en este *Sprint* se creó el módulo de “Administración de Usuarios” con las características de insertar, actualizar, eliminar y consultar.

El inicio de sesión fue desarrollado a través de una librería incluida en codeigniter llamada *filter* de esta forma se evita cargar un controlador a un usuario que no esté identificado por el sistema, además de crear grupos de direcciones web para prevenir el acceso a componentes de la página que puedan comprometer su funcionalidad, de esta forma se controla el acceso no autorizado al sistema.



**Figura 5.** Vista de la agenda.

#### HU02 – Registro de audiencias por área de causas.

El desarrollo de esta fase está construido haciendo uso de *fullcalendar* desarrollado en JavaScript e integrado a *codeigniter*, utilizando el API proporcionada en su página oficial es posible otorgarle funcionalidades para el registro, actualización, eliminar y consulta de los eventos registrados en la agenda.

### Conclusiones.

Este documento es la continuación de un artículo presentado con anterioridad donde se explica con más detalle la propuesta realizada a la problemática que ahí se establece (Rojas & Hernández, 2021).

La metodología *scrum* permitió crear el marco de trabajo utilizando herramientas para obtener unas historias de usuario y priorizarlas en dependencia de las necesidades del juzgado de control e incluyendo en este caso, la estructura y distribución que requiera el programador. Permitiendo tener una secuencia de trabajo que garantiza avances en el desarrollo y al mismo tiempo obtener una retroalimentación de observaciones adquiridas de los usuarios que hagan uso de los prototipos realizados en cada *sprint*.

Aún faltan *sprints* por realizar y uno se encuentra en ejecución, pero a través de la metodología y las herramientas utilizadas se seguirán liberando incrementos funcionales que serán entregados al juzgado de control.

En este punto del desarrollo de la aplicación web ha demostrado que las tecnologías elegidas se han integrado correctamente agilizando la programación y la elección de la metodología permitió tener una secuencia de trabajo organizada de forma jerárquica a las necesidades del juzgado de control y acorde también a las necesidades del diseño de la estructura del sistema.

### Agradecimientos.

Los autores dan agradecimiento al Instituto Tecnológico de Acapulco perteneciente al Tecnológico Nacional de México en la Maestría de Sistemas Computacionales y al Administrador del Juzgado de Control y Enjuiciamiento Penal del Estado de Guerrero por todas las facilidades y apoyo para la realización de este proyecto.

### Referencias Bibliográficas.

**Foundation, C. (27 de Enero de 2021).** *CodeIgniter*. Obtenido de [https://codeigniter.com/user\\_guide/index.html](https://codeigniter.com/user_guide/index.html)

**Group, T. P. (19 de 01 de 2021).** *Manual PHP*. Obtenido de <https://www.php.net/manual/es/intro-whatis.php>.

**Menzinsky, A., López, G., & Palacio, J. (2018).** *Historias de Usuario: Ingeniería de requisitos ágil.* Zaragoza: Scrum Manager.

**Palacio, J., & Ruata, C. (2011).** *Scrum Manager: Gestión de Proyectos.* España: Safe Creative.

**Riego, C., & Binder, A. M. (2012).** El rol de las nuevas tecnologías en el sistema de justicia. *Sistemas Judiciales: Una perspectiva integral de la administración de justicia.*, 27-42.

**Rojas, O. I., & Hernández, J. M. (2021).** Propuesta de desarrollo de una aplicación web para la sugerencia de horarios y salas basado en algoritmos genéticos para el Juzgado de Control y Enjuiciamiento Penal del Estado de Guerrero. *PROGMAT*.

**Schwaber, K., & Sutherland, J. (20 de Enero de 2021).** *Scrum Guides.* Obtenido de <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf>

**Sommerville, I. (2011).** *INGENIERÍA DE SOFTWARE* (Novena Edición ed.). (L. M. Castillo, Ed.) Estado de México: Pearson Educación de México.

### Información de los autores.



**Oscar Ivan Rojas Almontes**, es Ingeniero en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco. Cursó un año escolar de intercambio en el Instituto Tecnológico de Querétaro. Dentro de su experiencia laboral trabaja en el honorable Ayuntamiento del municipio de Acapulco de Juárez. Actualmente es estudiante de la maestría en Sistemas Computaciones del Instituto Tecnológico de Acapulco en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). Área de estudio: Tecnologías web.



**Juan Miguel Hernández Bravo**, es ingeniero en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Acapulco. En el Instituto Politécnico Nacional cursó la maestría en Ingeniería de Cómputo con especialidad en Sistemas Digitales (sin grado); en el Instituto Tecnológico de Zacatepec cursó maestría en Tecnologías de la Información, (con grado); en el Colegio de Postgrado en Desarrollo de Software, Puebla, Puebla cursó la Maestría en Ingeniería y Desarrollo de Software (con grado). Trabaja Instituto Tecnológico de Acapulco (como docente del programa educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales y de la maestría en Sistemas Computacionales).



**Alma Delia de Jesús Islao**, maestra en Ingeniería y Desarrollo de Software egresada del Colegio de Postgrado en Desarrollo de Software obtuvo el grado en junio de 2013, obtuvo su licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computaciones en el Instituto Tecnológico de Acapulco en marzo del 2000. Docente en la división de estudios de Posgrado e Investigación y en el departamento de Sistemas y Computación del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco. Actualmente está adscrita a la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México campus Acapulco. Sus áreas de interés son relacionadas a ingeniería de software, bases de datos, inteligencia de negocios y minería de datos.



**Eloy Cadena Mendoza**, maestro en Tecnologías de la Información por el TecNM/Instituto Tecnológico de Záratepec (Oct/2006), ingeniero en Comunicaciones y Electrónica/Instituto Politécnico Nacional (Nov/1984). Actualmente profesor titular adscrito al departamento de Estudios de Posgrado e Investigación del TecNM/Instituto Tecnológico de Acapulco. Participación como colaborador en diversos proyectos de investigación financiados. Pertenece al reconocimiento a profesores de tiempo completo (Perfil Deseable PRODEP).

# Análisis y diseño de una aplicación web para gestionar la función empresarial de compras.

**Analysis and design of a web application to manage the purchasing business function.**

Mauricio Díaz Cabrera\* (1).  
Tecnológico Nacional de México, I.T. de Acapulco.  
[mm19320004@acapulco.tecnm.mx](mailto:mm19320004@acapulco.tecnm.mx).

Rafael Hernández Reyna (2). Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco, [rafael.hr@acapulco.tecnm.mx](mailto:rafael.hr@acapulco.tecnm.mx).

Mercedes Hernández de la Cruz (3). Tecnológico Nacional de México, I.T. de Chilpancingo,  
[mercedes.hd@chilpancingo.tecnm.mx](mailto:mercedes.hd@chilpancingo.tecnm.mx)

Miriam Martínez Arroyo (4). Tecnológico Nacional de México, I.T. de Acapulco, [miriam.ma@acapulco.tecnm.mx](mailto:miriam.ma@acapulco.tecnm.mx).

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

## **Resumen.**

*En este artículo se presenta el desarrollo de una aplicación web de compras, basado en la metodología de modelado conocida como proceso unificado de desarrollo o RUP, la cual es orientada a objetos y tiene como base los casos de uso para todas las fases del desarrollo. Se presentan los artefactos resultantes de cada fase dentro de un ciclo de la metodología hasta alcanzar un producto de interfaces visuales que representan los requerimientos funcionales del sistema, para lograrlo; se toma como ejemplo un caso de uso de una funcionalidad principal, el cual representa la manera en la que serán desarrolladas las demás funcionalidades que conforman el sistema. A pesar que la metodología RUP es uno de los procesos más generales para el desarrollo de software, queda demostrado un resultado satisfactorio en su aplicación para el desarrollo orientado a la web.*

**Palabras clave:** Proceso unificado de desarrollo, RUP, metodologías de desarrollo.

## **Abstract.**

*This article presents the development of a purchasing web application, based on the modeling methodology known as rational unified process or RUP, which is object-oriented and based on “use cases” for all phases of the development. The artifacts resulting from each phase are presented within a cycle of the methodology until reach a product with visual interfaces that represent the functional requirements of the system, to achieve it; an example is taken form a use case of a main functionality, which represents the way in which other functionalities that make up the system will be developed. Although the RUP methodology is one of the most general processes for software development, a satisfactory result has been demonstrated in its application for web-oriented development.*

**Keywords:** Rational unified process, RUP, development methodologies.

## 1. Introducción.

Actualmente, el desarrollo de software profesional ha crecido en volumen y complejidad, cada vez existe una mayor exigencia en la calidad y productividad del desarrollo, sin embargo; surgen complicaciones en el proceso que afectan la creación del producto.

De acuerdo a González (González, 2004), las fallas de los proyectos de software se deben a: una planificación irreal, mala calidad en el trabajo, personal inadecuado y cambios no controlados.

Para poder mejorar, la industria ha concentrado sus esfuerzos mayormente en el proceso y no en las herramientas de desarrollo. La solución construida ha evolucionado a través de los años, mediante estándares y metodologías que proponen fuertes cimientos y permiten que los sistemas de software tomen fuerza y cubran un mayor espectro dentro de las actividades de la sociedad.

Las metodologías surgen como guías para realizar acciones propias de un desarrollo, permiten identificar que hacer y cómo reaccionar ante algún evento antes, durante y después del desarrollo.

Este documento tiene como objetivo principal demostrar un proceso de desarrollo que asegure las mejores prácticas, tomando como referencia el desarrollo de una aplicación Web de compras. El cual se estructura de la siguiente manera: primero mostrando la literatura consultada, en donde se propone un marco teórico con los conceptos de la metodología RUP y los diagramas UML que se utilizaran después en el desarrollo; enseguida, se ofrece un recorrido a través de las fases del desarrollo y los artefactos que se crean en cada una de estas, para finalmente; detallar las conclusiones del desarrollo.

## 2. Métodos.

### **El Proceso Unificado de Desarrollo.**

Según (Torossi, 2004), el proceso de unificado es “un conjunto de actividades necesarias para transformar los requisitos del usuario en un sistema de software”; es un marco genérico que puede especializarse para una variedad de sistemas, áreas de aplicación, tipos de organizaciones y diferentes tamaños de proyectos. Entre sus principales características están:

#### **Dirigido por casos de uso.**

Cualquier sistema informático es desarrollado para cubrir las necesidades de los usuarios. Un usuario no solamente son personas sino la interacción con otros sistemas.

Los casos de uso, definen los objetivos de cada iteración, se emplean para modelar los requerimientos funcionales de un sistema y, por otra parte, son una guía el proceso de desarrollo.

#### **Centrado en la arquitectura.**

La arquitectura, deberá incluir aspectos dinámicos y estáticos del sistema, es descrita por las vistas del sistema bajo construcción.

Los casos de uso no están solos, van de la mano con la arquitectura del sistema, cada uno recibe la influencia del otro, a medida que los casos de uso son llevados a cabo, se descubre más de la arquitectura.

### **Iterativo e incremental.**

La complejidad, implica muchas horas de trabajo y esfuerzo; debido a esto, es funcional dividir el proyecto de software en pequeñas partes. Cada mini proyecto resulta en un incremento.

Cada iteración se debe llevar a cabo de manera controlada, es decir, deben ser seleccionadas y ejecutadas de manera proyectada. Cada iteración realiza las actividades específicas del ciclo de vida del desarrollo.

Entre algunos beneficios de esta perspectiva iterativa se encuentran:

- Controlar la iteración, disminuye el riesgo a los costos de los proyectos de un incremento.
- Disminuye demoras, considerando los riesgos más significativos en primer lugar.
- Agiliza el desarrollo.
- Muestra un enfoque más real, pues reconoce que no es posible definir los requisitos por completo desde el inicio.

**El ciclo de vida.** El Proceso Unificado de Desarrollo es reproducido mediante ciclos. Un ciclo representa una versión del sistema.

### **Fases (IBM, 1998).**

Las cuatro fases que constituyen un ciclo son:

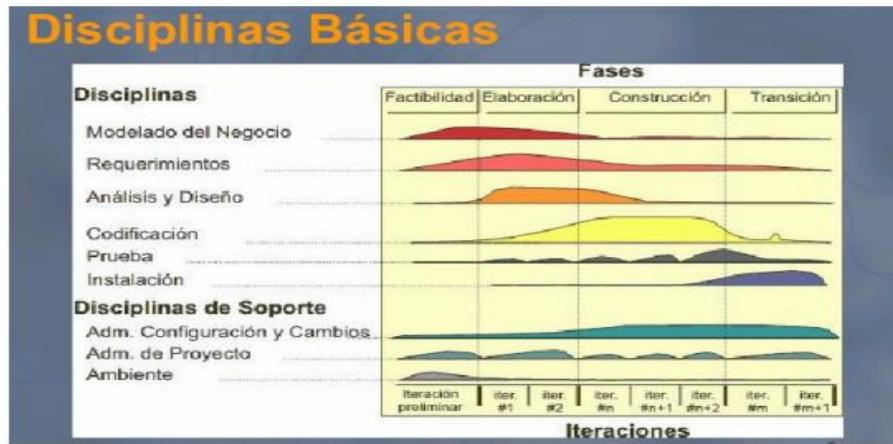


**Figura 1.** Línea de tiempo de las fases de la metodología RUP. (Torossi, 2004)

**Tabla 1.** Definición de las fases del proceso unificado de desarrollo. (Torossi, 2004)

Inicio	Definir el alcance del proyecto.
Elaboración	Planificar el proyecto, elaborar una arquitectura base, captura de requisitos.
Construcción	Construir el sistema.
Transición.	Transición a los usuarios, correcciones.

Cada fase se subdivide en iteraciones; la Figura 1 ejemplifica como cada iteración se desarrolla en secuencia de un conjunto de disciplinas o flujos de trabajo. (Torossi, 2004)



**Figura 2.** Disciplinas básicas del proceso unificado. (Torossi, 2004)

## UML.

El lenguaje unificado de modelado (UML) es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Se usa para entender, diseñar, hojear, configurar, mantener y controlar la información sobre tales sistemas.

UML capta la información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema. La estructura estática define los tipos de objetos importantes para un sistema y para su implementación, así como las relaciones entre objetos. El comportamiento dinámico define la historia de los objetos en el tiempo y la comunicación entre objetos para cumplir sus objetivos.

### ¿Qué hay en un modelo?

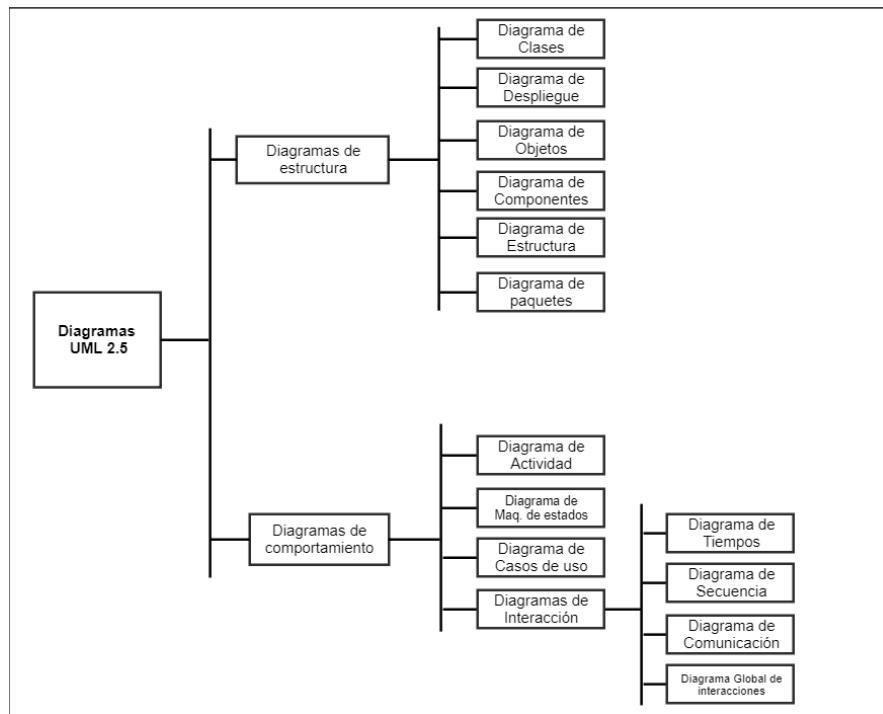
En un modelo hay dos aspectos importantes: información semántica y presentación visual (notación).

La semántica capta el significado de una aplicación como una red de construcciones lógicas (clases, asociaciones, estados).

La notación muestra la información semántica de un modo que pueda ser considerada hojeada y corregida por los seres humanos. (James Rumbaugh, 2000)

### Tipos de diagramas UML.

Al día de hoy, en la versión 2.5.1 de UML, existen dos clasificaciones de diagramas: los diagramas estructurales y los diagramas de comportamiento.



**Figura 3.** Clasificación de los diagramas UML.(Framework, 2020).

#### Diagrama de contexto.

El diagrama de contexto es un diagrama perteneciente al grupo de diagramas de flujo de datos, también conocido como diagrama de nivel 0, representa el nivel más alto de abstracción para la comprensión de un sistema. Consiste en terminadores, flujos de datos y flujos de control y un solo proceso el cual suele ser el nombre del sistema completo. Los terminadores o entidades externas se representan por medio de rectángulos y se comunican por medio de flechas que representan el flujo, los terminadores no se comunican entre sí.(Yourdon, 1993).

### 3. Desarrollo.

En este desarrollo se tomará como guía la metodología RUP propuesta en el apartado anterior, la cual irá a través de las diferentes fases del ciclo de desarrollo.

#### Fase de inicio.

La fase de inicio es la fase en donde se enuncia una descripción del producto final y presentan el proceso de negocio; se observa la posible arquitectura del sistema y se describe el plan del proyecto. También, se reconocen los casos de uso más críticos para reconocer las principales funciones del sistema, es aquí donde se producen los siguientes artefactos:

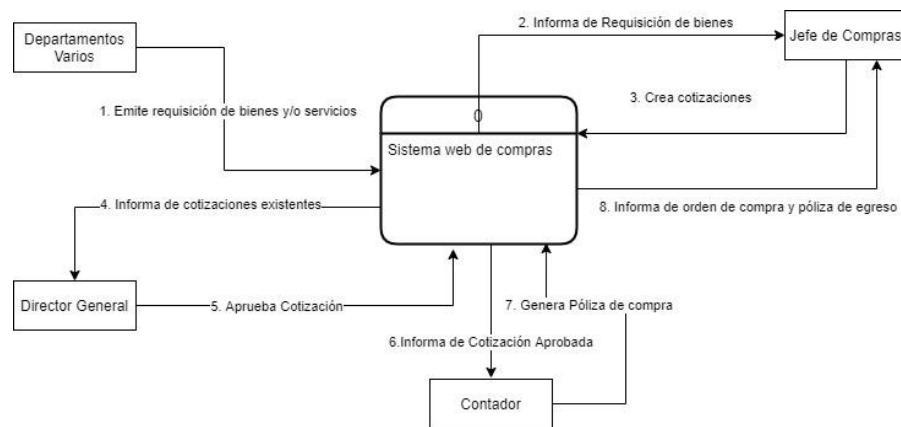
- Visión general del sistema.
- Esbozo del modelo de contexto.
- Lista de Actores.
- Esbozo del modelo de negocio.
- Esbozo del modelo de casos de uso.

Siguiendo el orden de los artefactos en esta fase se presenta la visión general del sistema.

### Visión general del sistema.

Este proyecto consiste en el desarrollo de un sistema Web de compras, el cual posibilitará que la información sea accesible y procesable desde computadoras personales que cuenten con un sistema operativo Linux y/o Windows, mediante navegadores web.

### Modelo de contexto.



**Figura 4.** Diagrama de Contexto. Sistema de Compras. Fuente: elaboración propia.

La figura 4 describe el flujo de datos del sistema de compras de manera contextual, en donde en primer lugar los diferentes departamentos de la empresa emiten una requisición de bienes al sistema, el sistema informa al jefe de compras de las requisiciones y este las convierte en cotizaciones, el sistema envía las cotizaciones al director general para su aprobación, una vez aprobadas las cotizaciones el sistema informa al contador de la empresa para que genere una póliza de compra, después el sistema informa al jefe de departamento de compra de la emisión de una orden de compra junto con la póliza de egresos que respalda la compra.

### Listado de actores.

Los actores son usuarios que utilizarán la aplicación web, cada actor representa un rol dentro de la misma. La siguiente tabla, muestra los actores identificados y la descripción correspondiente.

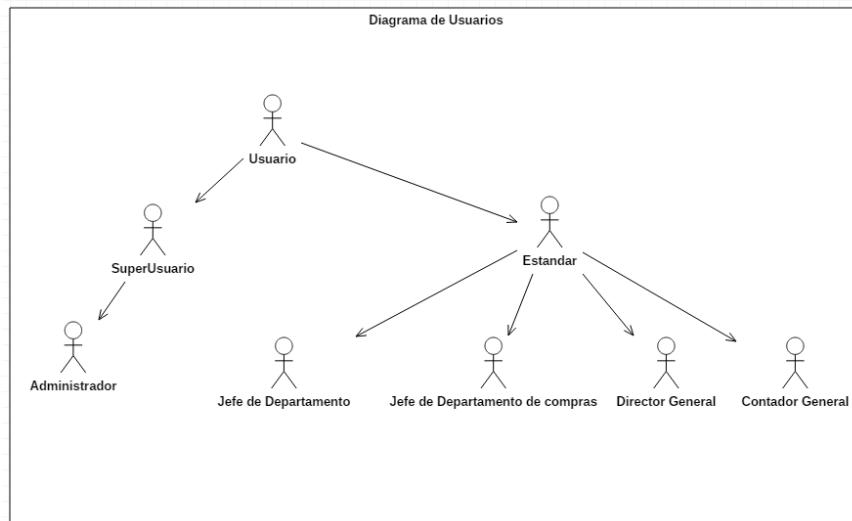
**Tabla 2.** Listado de actores de la aplicación web de compras. Fuente: elaboración propia.

No.	Actor.	Descripción.
1	Administrador de la aplicación.	Encargado administrar los parámetros básicos de la aplicación y del correcto funcionamiento por ejemplo la gestión de los usuarios del sistema.
2	Jefe de Departamento (varios).	Se encarga de realizar las requisiciones de los bienes o servicios.
3	Jefe del Departamento de Compras.	Encargado de crear la(s) cotización(es), a partir de una requisición en particular y dar seguimiento al proceso hasta que la compra se cierre.
4	Director General.	Este usuario se encarga de ajustar las cotizaciones, de acuerdo al presupuesto de cada departamento solicitante. Tiene la facultad de rechazar o aprobar una cotización.

5	Contador General.	Usuario que se encarga de crear un documento que respalte el gasto que se genera por una cotización aprobada para su compra.
---	-------------------	--

### Diagrama de usuarios.

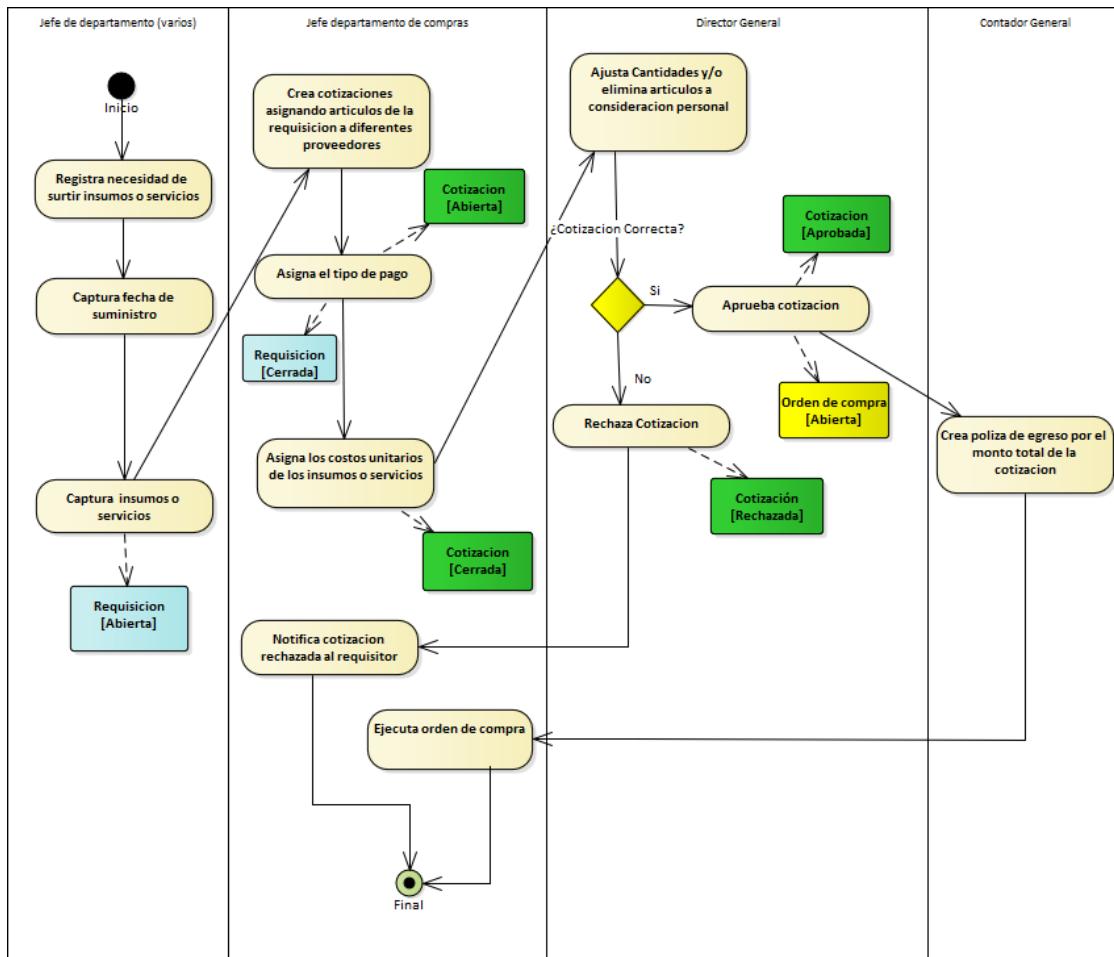
El diagrama de usuarios representa la jerarquización de los usuarios de acuerdo con los requerimientos de información y acceso al contenido de la aplicación. (Ver Figura 5).



**Figura 5.** Diagrama de usuarios de la aplicación web de compras. Fuente: elaboración propia.

### Modelado de negocio.

El objetivo de modelar el flujo de negocio del sistema es el representar los roles y los procesos bajo la responsabilidad de cada rol dentro de la empresa. En la figura 6, se presenta el diagrama de actividades UML, del proceso de compras propuesto.



**Figura 6.** Modelado de negocio propuesto. Fuente: elaboración propia.

#### Modelo de casos de uso.

Para poder modelar los casos uso, es necesario conocer los requerimientos funcionales del sistema, los cuales se enlistan de la siguiente manera:

1. **Requisito 1: Crear requisición de compra.** Los usuarios jefes de departamento (varios), deben tener la posibilidad de crear una requisición de compra y poder seleccionar dentro de la misma, los productos mediante una búsqueda por número de producto o por nombre del producto.
2. **Requisito 2: Crear cotización de compra.** El usuario jefe de departamento de compras, deberá recibir las requisiciones de compra con un estado “abierto” para poder crear una cotización de compra en donde tendrá la posibilidad de asignar el proveedor, el tipo de pago y la selección de los productos mediante una búsqueda por nombre y por número de producto.
3. **Requisito 3: Aprobar o rechazar cotización de compra.** El usuario director general, deberá recibir una lista con las cotizaciones de compra con un estado “abierto”, para poder seleccionar la cotización y hacer una revisión particular de la misma, el usuario podrá modificar las cantidades unitarias solicitadas, así como eliminar productos de la cotización para finalmente aprobar la cotización o en su defecto rechazarla en su totalidad.
4. **Requisito 4. Creación de póliza (documento) de egreso.** El usuario contador general, deberá recibir una lista de las cotizaciones de compra con un estado “aprobada”, para poder seleccionar la cotización y crear un documento que funcione como comprobante de gastos por el total de la cotización aprobada.

5. **Requisito 5. Consultas, altas, bajas y modificaciones de usuarios.** El usuario administrador del sistema, deberá contar con un menú en donde pueda consultar, inhabilitar, modificar e ingresar los usuarios del sistema mediante formularios.
6. **Requisito 6. Consultas, altas, bajas y modificaciones de productos.** El usuario administrador del sistema y el usuario jefe del departamento de compras, deberán contar con un menú en donde puedan consultar, inhabilitar, modificar e ingresar los productos al catálogo de productos del sistema mediante formularios

#### Diagrama de casos de uso.

Este tipo de diagrama es la representación más simple de la interacción entre un actor con el sistema (en donde un actor puede ser un usuario o un sistema); consta de actor(es), casos de uso, herencia y comunicación. La Figura 7, expone el diagrama de casos de uso, con los casos de uso que se desprenden de las historias de usuario, cada historia de usuario representa un requisito funcional de la aplicación, lo permite tener una mejor comprensión del sistema.



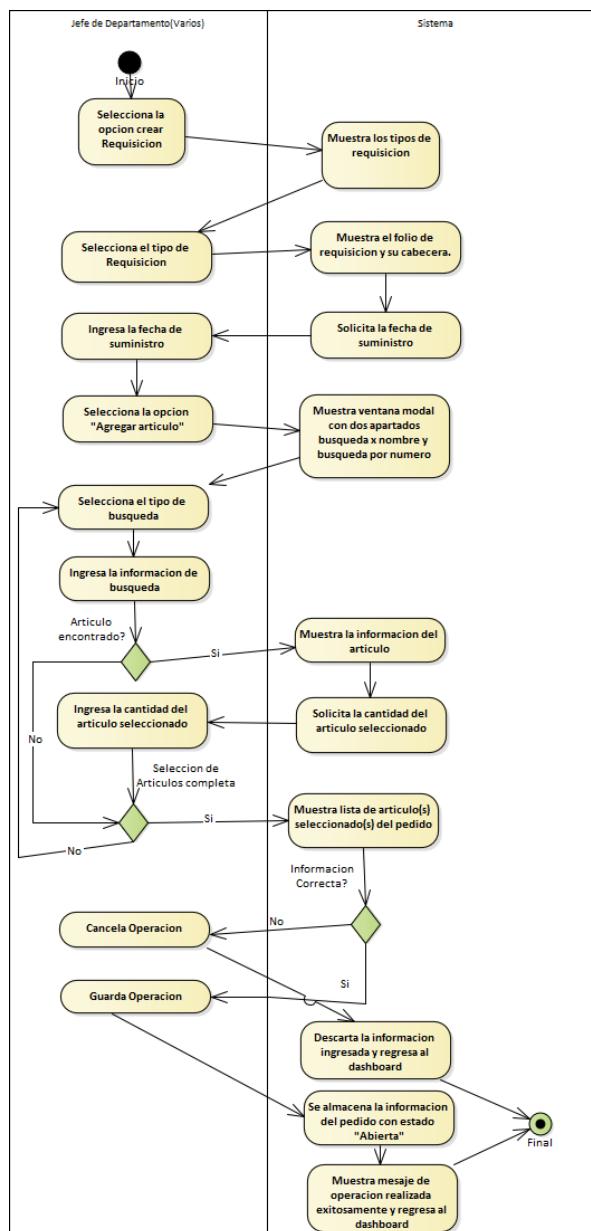
**Figura 7.** Diagrama de casos de uso de la aplicación web de compras. Fuente: elaboración propia.

Para comprender el diagrama representado en la ilustración 8, a continuación, se detallará como ejemplo del desarrollo el escenario del caso de uso “crear requisición” en conjunto con su diagrama de actividades de casos de uso, en ellos será posible apreciar la interacción entre el usuario que ejecuta el caso de uso y la aplicación o sistema. (Ver tabla 3 y figura 8).

**Crear Requisición.****Tabla 3.** Escenario caso de uso crear requisición. Fuente: elaboración propia.

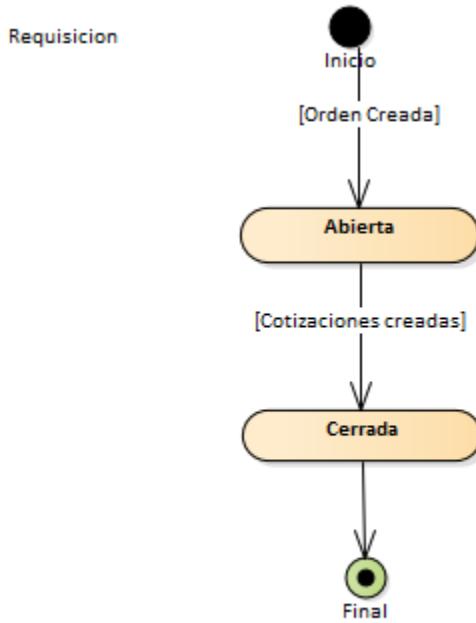
<b>Escenario.</b>
<p> Básico. Básico 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El actor selecciona la opción crear requisición.</li> <li>2. El sistema muestra los tipos de requisición.</li> <li>3. El actor selecciona el tipo de requisición.</li> <li>4. El sistema muestra folio de requisición y datos de la cabecera (nombre de quien solicita, empresa, departamento, fecha de requisición).</li> <li>5. El sistema solicita fecha de suministro.</li> <li>6. El actor ingresa fecha de suministro.</li> <li>7. El actor selecciona la opción agregar artículo.</li> <li>8. El sistema muestra ventana de búsqueda con 2 opciones búsqueda por nombre y búsqueda por número de artículo.</li> <li>9. El actor selecciona tipo de búsqueda.</li> <li>10. El actor ingresa información de búsqueda.</li> <li>11. El sistema muestra información del artículo.</li> <li>12. El sistema solicita cantidad del artículo.</li> <li>13. El actor ingresa cantidad del artículo.</li> <li>14. El actor repite proceso hasta completar lista de artículos.</li> <li>15. El sistema muestra lista de artículos del pedido.</li> <li>16. El actor guarda la operación.</li> <li>17. El sistema almacena pedido de requisición con estado "Abierta".</li> <li>18. El sistema muestra mensaje de operación guardada exitosamente.</li> </ol>
<p> Alternativo. Alternativo 1</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La solicitud no contiene algún artículo</li> <li>1.1 El sistema solicita al actor agregar por lo menos un artículo o cancelar la requisición.</li> <li>1.2 El actor corrige seleccionando al menos un producto.</li> <li>1.3 Pasa al punto 7 del evento principal.</li> </ol>
<p> Alternativo. Alternativo 2</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2 El sistema no encuentra información del artículo.</li> <li>2.1 El usuario regresa al punto 9 del evento primario.</li> </ol>
<p> Alternativo. Alternativo 3</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. El sistema muestra información incorrecta.</li> <li>3.1 El actor cancela la operación.</li> <li>3.2 El sistema descarta la información y regresa al tablero de control.</li> </ol>
<b>Restricciones.</b>

Escenario.
Pre-condición. El actor debe mostrar las credenciales de usuario.
El actor debe mostrar las credenciales de usuario.
Pre-condición. Debe de Existir un catálogo de productos.
Debe de Existir un catálogo de productos.
Post-condición. Se genera documento de requisición con estado "Abierta".



**Figura 8.** Diagrama de Actividades del caso de uso crear requisición. Fuente: elaboración propia.

Para complementar el caso de uso crear requisición, se utiliza el diagrama de estados, el cual representa la secuencia de estados por los que el objeto requisición pasa.



**Figura 9.** Diagrama de estados requisición. Fuente elaboración propia.

La figura 9 muestra, los estados por los que pasa la requisición, cuando la requisición es creada, esta inicia con un estado “abierta”, después cuando la(s) cotización(nes) que se desprenden de la misma se completan, la requisición toma el estado de “cerrada”.

De esta manera concluimos con la fase de inicio, para continuar con la fase de elaboración.

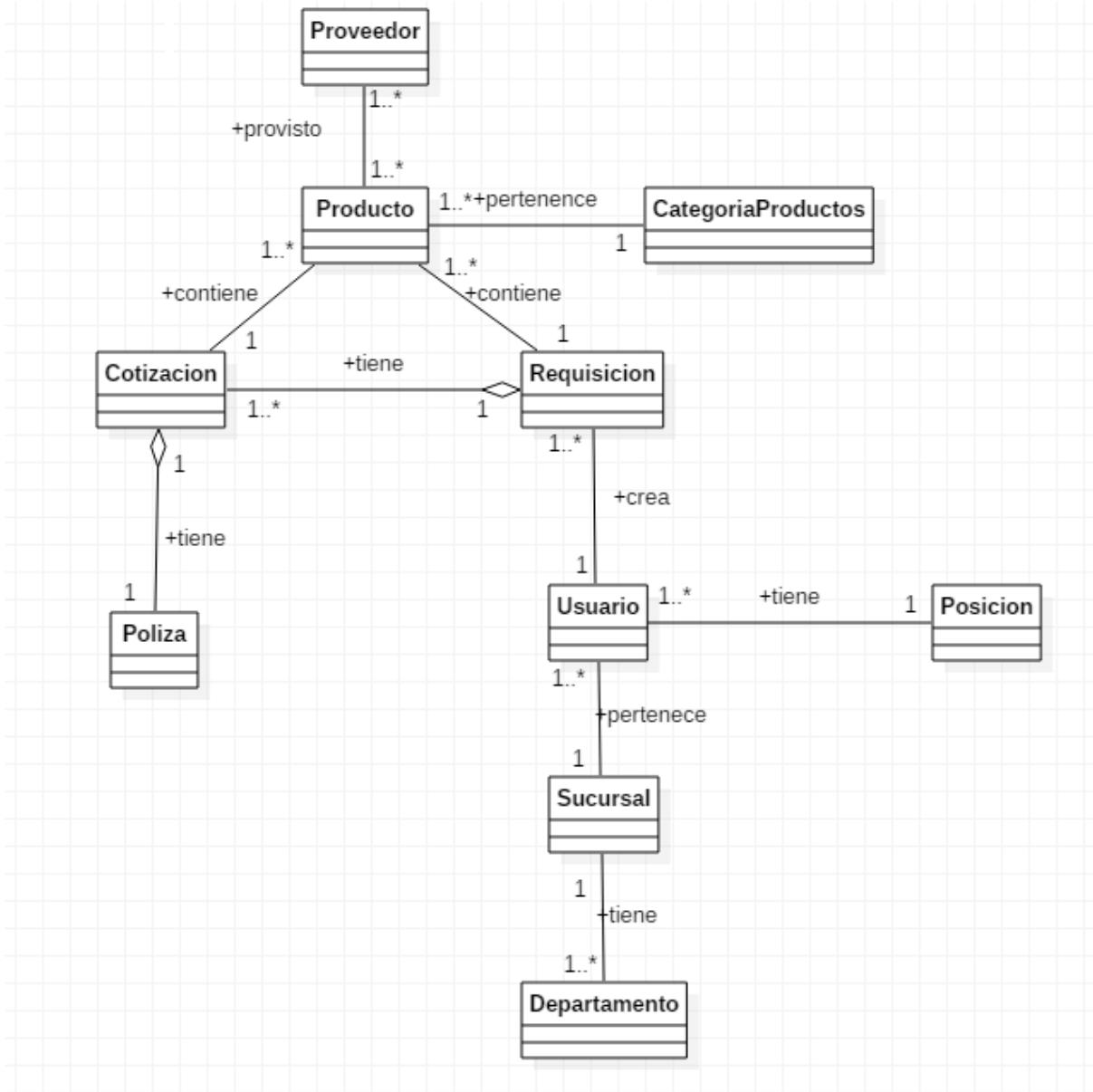
#### Fase de elaboración.

Dentro de esta fase se diseña la arquitectura del sistema mediante el siguiente artefacto:

- Modelo de clases.

#### Diagrama de clases.

El diagrama de clases muestra la estructura del sistema, es decir, expresa las clases o u objetos que comparten características en común y la relacionan entre sí.



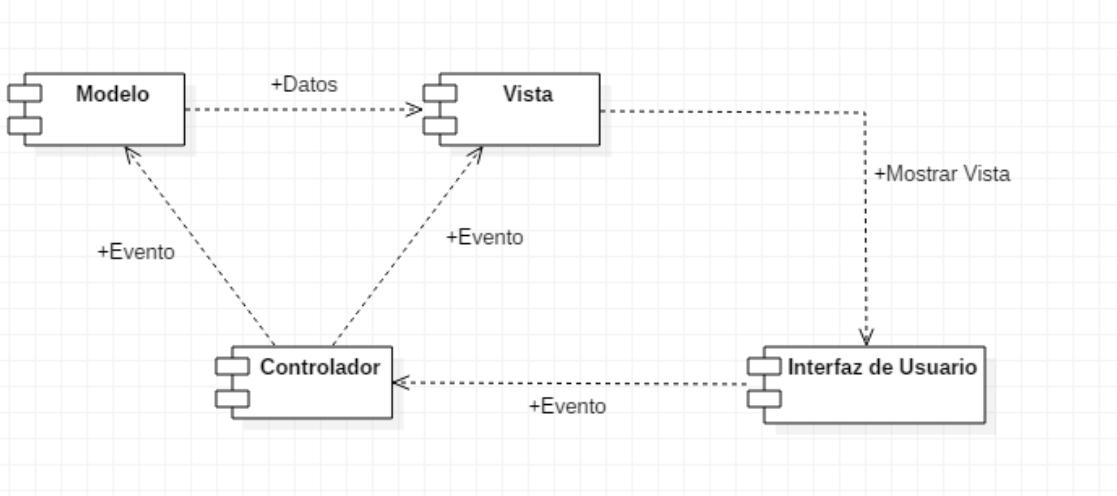
**Figura 10.** Diagrama de clases de la aplicación Web de compras. Fuente: elaboración propia.

La figura 10 muestra las clases que representan la aplicación, las cuales giran en torno a la clase principal **Usuario**. Cada usuario pertenece a una sucursal que tiene uno o más departamentos. Uno o más usuarios pueden tener una posición, además de crear una o más requisiciones. Una requisición puede tener una o más cotizaciones, una cotización puede tener una póliza de egreso; además, una requisición y una cotización pueden tener uno o muchos productos, uno o más productos pueden ser provistos por uno o muchos proveedores, finalmente uno o más productos pertenecen a una categoría de productos.

#### Arquitectura.

Para definir la arquitectura del software a construir, es necesario tomar en cuenta los requerimientos y las clases a utilizar, para este proyecto se utilizará el patrón modelo-vista-controlador en donde se distinguen tres

responsabilidades: la lógica del negocio- el modelo, la gestión de peticiones del usuario – el controlador y la presentación – la vista. (Figura 11)



**Figura 11.** Patrón Modelo-Vista-Controlador. Fuente: elaboración propia.

#### Fase de construcción.

Esta es la fase se crea el producto final, añadiendo el software a la arquitectura. La arquitectura crece hasta convertirse en un sistema completo. Es aquí cuando los componentes faltantes y características del sistema son desarrolladas e integradas dentro del producto y todas características son enteramente probadas. La implementación de cada capa de la arquitectura Modelo-Vista-Controlador, se transforma en librerías de software, las cuales finalmente se visualizan como interfaces.

En la figura 12, se aprecia la interfaz de usuario “crear requisición”, correspondiente al caso de uso “crear requisición”, cuenta con una cabecera de información correspondiente a los datos del usuario que crea la requisición, botones para agregar artículos, cancelar y realizar la operación.

La captura de pantalla muestra la interfaz de usuario para crear una nueva requisición ordinaria. El formulario incluye los siguientes campos:

- Réquisicion Tipo:** ORDINARIA
- Fecha-Requisición:** 15 / 01 / 2021
- Nombre del Emp:** Mauricio Díaz Cabrera
- Empresa:** Palladium Discotheque
- Fecha-Estimada:** dd / mm /aaaa
- Aprobación Final por:** Jonatan Rosas
- Departamento:** IT

Al lado derecho, se muestra un cuadro de diálogo emergente titulado “¿REALIZAR REQUISICIÓN? POR FAVOR CONFIRME HACIENDO CLICK” con dos botones: “Dedinar” (en rojo) y “Realizar” (en verde).

Abajo de la forma, se encuentra la sección “Lista de Artículos” con un botón “+ Agregar Artículo”. Una tabla muestra columnas para Cantidad, Artículo, Unidad y Enlace. Los botones “Previous” y “Next” están en la parte inferior derecha.

**Figura 12.** Interfaz de usuario Crear Requisición. Fuente: elaboración propia.

La Figura 13, muestra la interfaz de usuario de los casos de uso “búsqueda por nombre y búsqueda por número”, que extienden del caso de uso “crear requisición”.

Agregar Artículo

Busqueda x Nombre    Busqueda x Numero    Artículo no encontrado

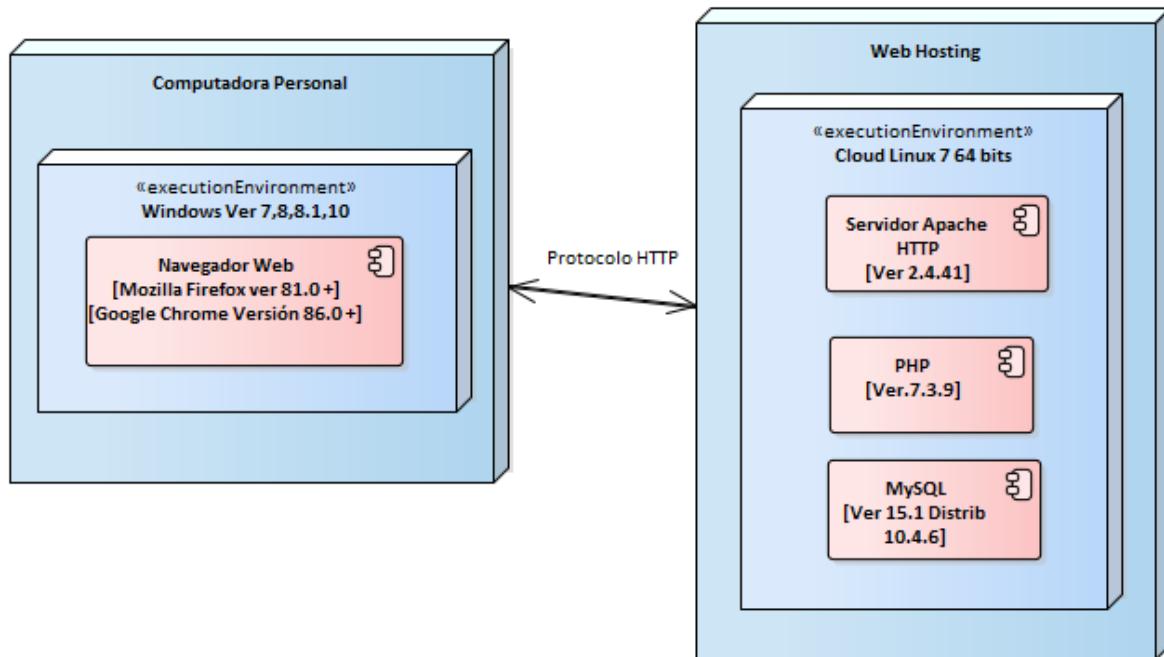
Buscar

Artículo	Cantidad	Unidad	Agregar
----------	----------	--------	---------

**Figura 13.** Interfaz buscar articulo con las opciones de búsqueda por nombre y por número.

### Modelo de despliegue.

Para conocer la manera en que se va a implementar la aplicación, se utiliza el modelo de despliegue, el cual representa la disposición en físico de cada artefacto de software en los nodos.



**Figura 14.** Diagrama de despliegue de la aplicación. Fuente: elaboración propia.

En la figura 14, se expone el diagrama de despliegue de la aplicación, en donde una computadora personal con sistema operativo Windows desde su versión 7 hasta su versión 10, establece una conexión a través de los navegadores Mozilla Firefox versión 81.0 o posterior y/o Google Chrome versión 86.0 o posterior, mediante el protocolo HTTP a un servidor Web Apache HTTP versión 2.4.41 y a un servidor de base de datos MySQL ver. 15.1, Dist. 10.4.6 alojados en un web Hosting con un sistema operativo CloudLinux 7 de 64 bits.

## Conclusiones.

La propuesta del desarrollo de un sistema informático de compras reafirma el papel importante de las tecnologías de la información en el ámbito de las compras empresariales, ya que estas aportan nuevos métodos para el acceso y administración de dicha función. Una aplicación Web de compras facilitará el trabajo rutinario a la empresa y cumplirá satisfactoriamente mayores requerimientos de usuarios cada vez más involucrados con los avances tecnológicos. El principal objetivo de este documento ha sido la de utilizar la metodología RUP para el desarrollo de la aplicación, en donde los requisitos funcionales se transforman en casos de uso, que son la base de la aplicación y a través de estos se formula el inicio y el final de cada ciclo del desarrollo y de cada fase de la metodología. Por otra parte, UML es un lenguaje práctico para organizar, examinar la información de sistemas que permitan su mejor comprensión e implementación; así también como, explorar económicamente múltiples soluciones y dominar sistemas complejos.

En este documento se modelaron algunos diagramas con el fin de demostrar la comprensión de los objetos de un sistema de compras, el comportamiento y la comunicación entre los mismos, lográndolo de manera exitosa, lo cual demuestra que el Lenguaje Unificado de Modelado mantiene la capacidad de modelar un sistema eficientemente. Para poder exponer las fases de la metodología, se tomó como ejemplo un solo caso de uso para demostrar el desarrollo de la aplicación, desde su concepción como requisito hasta el despliegue de su interfaz de usuario codificada; con lo cual queda demostrado que la metodología del Proceso Unificado de Desarrollo se adapta perfectamente para desarrollar aplicaciones con orientación Web.

## Créditos.

Tecnológico Nacional de México / I. T. de Acapulco – Maestría en Sistemas Computacionales

## Agradecimientos.

Un sincero agradecimiento al Tecnológico Nacional de México campus Acapulco y campus Chilpancingo, en especial la División de Estudios de Posgrado e Investigación, dirigida por el Dr. Eduardo de la Cruz Gámez, por su apoyo y la excelente asistencia técnica que fue brindada para la redacción de este artículo. También se extiende un agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su soporte para este desarrollo.

## Referencias Bibliográficas.

- Framework, M. P. o. G. (2020).** Diagramas UML. Retrieved from <https://diagramasuml.com/>
- González, A. H. (2004).** *Aplicación del Proceso Unificado de Desarrollo a proyectos de software*.
- IBM. (1998).** *Rational Unified Process: Best Practices for Software development Teams*. In.
- James Rumbaugh, I. J., Grady Booch. (2000).** *El lenguaje Unificado de Modelado Manual de Referencia* (P. E. S.A. Ed.). España: Addison Wesley.
- Torossi, A. U. S. G. (2004).** *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. In. Retrieved from <http://dsc.itmorelia.edu.mx/~jcolivares/courses/pm10a/rup.pdf>
- Yourdon, E. (1993).** *Modern Structured Analysis*. Mexico: Prentice-Hall Hispanoamericana.

## Información de Autores.



**Mauricio Díaz Cabrera** es Ingeniero por el Tecnológico Nacional de México campus Acapulco; actualmente se desempeña como estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales.



**Rafael Hernández Reyna** es Maestro en Tecnologías de la Información; actualmente se desempeña como docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México campus Acapulco en la línea de investigación: Desarrollo de Sistemas Inteligentes.



**Mercedes Hernández de la Cruz** es Doctora en Educación con Tecnologías del Aprendizaje y del Conocimiento; actualmente se desempeña como docente de la carrera de Ingeniería Informática en el Tecnológico Nacional de México, Campus Chilpancingo.



**Miriam Martínez Arroyo** es Doctora en Ciencias Computacionales; actualmente se desempeña como docente de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México campus Acapulco en la línea de investigación: Desarrollo de Sistemas Inteligentes. Cuenta con perfil PROMEP, miembro del padrón de investigadores del estado de Guerrero.



# **Análisis y diseño del sistema SAEJ para el proceso de creación de expedientes judiciales del Juzgado de Control de Acapulco.**

## **Analysis and design of the SAEJ system for the process of creating judicial files of the Control Court of Acapulco.**

Marcos Jesús Mendoza Ávila\* (1).

Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco.

[mm19320012@acapulco.tecnm.mx](mailto:mm19320012@acapulco.tecnm.mx).

Jorge Carranza Gómez (2), Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco, [jorge.cg@acapulco.tecnm.mx](mailto:jorge.cg@acapulco.tecnm.mx).

Eloy Cadena Mendoza (3). Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco, [eloy.cm@acapulco.tecnm.mx](mailto:eloy.cm@acapulco.tecnm.mx).

Miriam Martínez Arroyo (4). Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco, [miriam.ma@acapulco.tecnm.mx](mailto:miriam.ma@acapulco.tecnm.mx).

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*El presente trabajo expone la forma de construir el sistema administrativo de expedientes judiciales mediante la utilización de la metodología OOHDM (Método de Diseño de Hipermédia Orientado a Objetos) con el objetivo de desarrollar correctamente la aplicación con respecto a los requerimientos del sistema que son solicitados por el Juzgado de Control y Enjuiciamiento Penal del estado de Guerrero con sede en Acapulco, en el contenido del presente trabajo se tomó en cuenta primero una introducción sobre la dependencia donde se desarrollará el sistema para tener un contexto más amplio sobre la utilización del mismo, posteriormente se muestran diferentes tipos de diagramas que dan soporte a las fases de la metodología a utilizar. Cabe mencionar que este artículo es la continuación de un trabajo anterior que se titula "Propuesta de un sistema de información web para la sistematización del proceso de creación de expedientes judiciales SAEJ" donde se expone el planteamiento del problema, modelado del negocio, objetivos de la aplicación, herramientas a utilizar y la solución a desarrollar.*

**Palabras clave:** UML, software, diseño, análisis, diagrama.

### **Abstract.**

*This work presents the way to build the Administrative System of Judicial files through the use of the OOHDM methodology (Object Oriented Hypermedia Design Method) in order to correctly develop the application with respect to the system requirements that are requested by the Control and Criminal Prosecution Court of the state of Guerrero based in Acapulco, in the content of this work, an introduction was first taken into account on the dependency where the system will be developed to have a broader context on the use of the same, later Different types of diagrams are shown that support the phases of the methodology to be used. It is worth mentioning that this article is the continuation of a previous work entitled "Proposal of a web information system for the systematization of the process of creating judicial files SAEJ" where the statement of the problem, business modeling, objectives of the application, tools to use and the solution to develop*

**Keywords:** UML, software, design, analysis, diagram.

## 1. Introducción.

El caso de estudio del sistema SAEJ se centra en el Juzgado de Control y Enjuiciamiento Penal del estado de Guerrero, dependencia competente para resolver asuntos de carácter penal emitidos por las distintas agencias del ministerio público en la ciudad de Acapulco, en esta dependencia se desarrollan las audiencias penales dentro de lo que es la nueva forma de impartir justicia en Guerrero con el Nuevo Sistema Penal Acusatorio.

El Nuevo Sistema Penal Acusatorio entró en vigor el 27 de octubre del 2015 en la ciudad de Iguala de la Independencia, pero es hasta 01 de junio del 2016 que nace el distrito judicial de Tabares que comprende los municipios de Acapulco, Coyuca de Benítez y San Marcos. Con el nacimiento del distrito judicial de Tabares, entró el Juzgado de Control y Ejecución Penal de Acapulco.

La creación de los expedientes judiciales en esta dependencia es un proceso muy delicado ya que se manejan datos de imputados, víctimas y testigos; los expedientes se siguen haciendo de manera manual por lo que no hay un soporte digital que ayude a los usuarios a tener una mayor administración de este proceso es por ello que el sistema SAEJ llega a establecer una alternativa a la gestión de los expedientes judiciales.

## 2. Métodos.

El diseño de la aplicación está bajo el método OOHDM. La metodología OOHDM está basada en el paradigma Orientado a Objetos la cual nos muestra una descripción precisa de los elementos que la aplicación poseerá (Almeida, 2010)

OOHDM comprende cuatro actividades diferentes, a saber, diseño conceptual, diseño de navegación, diseño e implementación de interfaz abstracta. Se realizan en una combinación de estilos de desarrollo incrementales, iterativos y basados en prototipos. Durante cada actividad, se crea o enriquece un conjunto de modelos orientados a objetos que describen preocupaciones de diseño particulares a partir de iteraciones anteriores (Almeida, 2010)

Sin embargo, a lo largo del tiempo diferentes autores han optado por agregar una nueva fase antes de las fases creadas por los autores de esta metodología la cual es la fase de requerimientos y es este modelo en particular que se toma como referencia para la implementación de la metodología como se muestra en la figura 1, la principal razón por la que se optó utilizar esta técnica de diseño es porque utiliza el estándar UML con esto cada fase de la metodología esta soportada con los diagramas del lenguaje UML además de que es una metodología orientada a objetos y esto permite modelar los objetos de la aplicación bajo los estándares de UML. Existen muchas metodologías de diseño en el mercado sin embargo se decide utilizar OOHDM porque es la cumple con los requisitos para tener una buena documentación del sistema.



**Figura 1.** Fases de la metodología OOHDM.

### 3. Desarrollo.

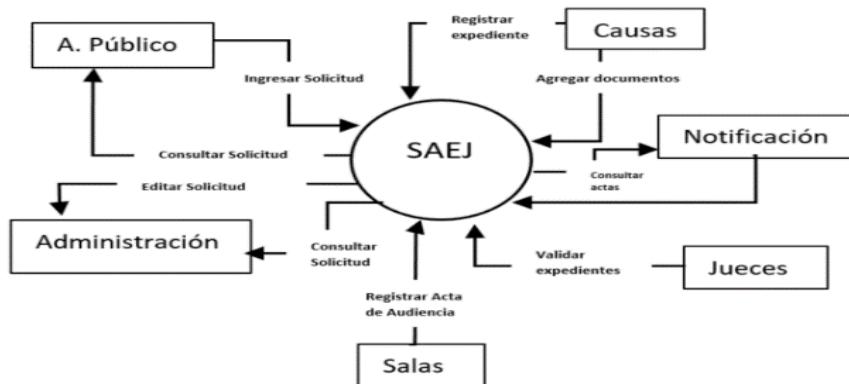
#### Análisis y diseño de la aplicación.

El objetivo principal del sistema es tener una buena organización de los expedientes judiciales, por ello es necesario describir las funciones del sistema que ayudarán a que se cumpla el objetivo. El sistema está dividido en 6 módulos que son las áreas que intervienen en el proceso de creación de los expedientes, cada módulo cuenta con funciones que corresponden al modelado del negocio como por ejemplo registro de expedientes, registro de documentos, consulta de documentos, vinculación de documentos a expedientes, validación de documentos para anexarlos a los expedientes y administración de los usuarios, roles y sus funciones, estos son los requisitos funcionales que le agregan mayor valor al producto de software que se pretende desarrollar, a continuación se muestra el diagrama de contexto el cual facilita la comprensión de las funcionalidades del sistema.

#### Diagrama de contexto.

Para poder entender más la problemática del sistema y la interacción de los usuarios con el propio sistema es necesario tener en cuenta el diagrama de contexto, este diagrama muestra las limitaciones del sistema esto quiere decir que muestra la funcionalidad de cada usuario; este tipo de diagrama se utiliza para reducir costos en la construcción del sistema.

El diagrama de contexto es un diagrama que en su representación gráfica se dibuja un círculo que representa a todo el sistema y muestra flujos de interacciones entre los agentes externos a la aplicación como pueden ser usuarios, librerías, componentes entre otras entidades externas.



**Figura 2.** Diagrama de Contexto Fuente: Creación propia del autor.

En la figura 2 se muestra el diagrama de contexto. Este diagrama es el mayor nivel de abstracción del sistema SAEJ el cual como se puede apreciar, cuenta con los 6 módulos principales que corresponden a cada área del Juzgado de Control y la función principal que cada módulo realiza, por otra parte, este diagrama delimita el dominio de la aplicación es decir en él se puede apreciar los límites a en los cuales va a intervenir la aplicación.

#### Aplicación de la metodología OOHDM al sistema SAEJ.

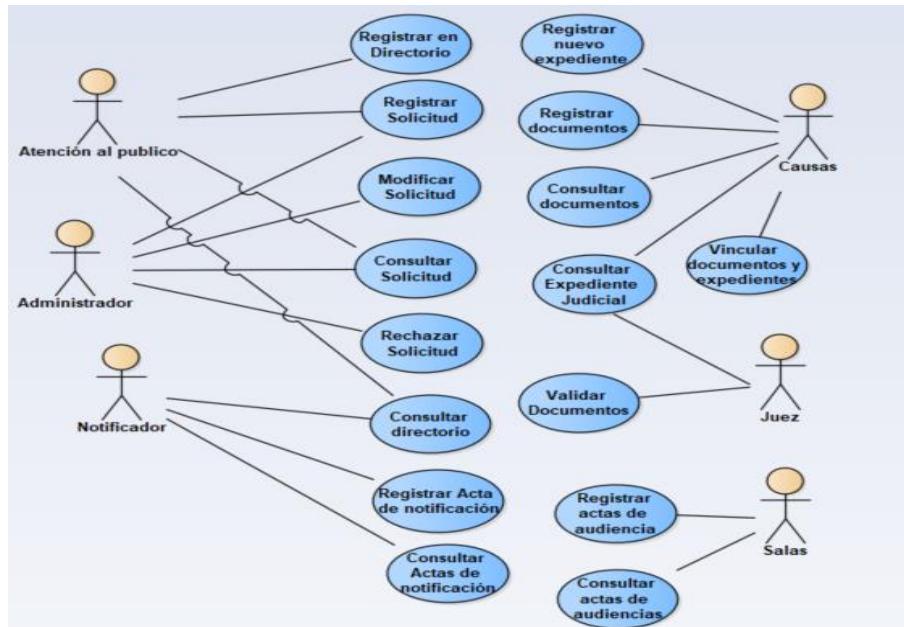
#### Obtención de requerimientos.

La obtención de los requerimientos se realizó utilizando los métodos y técnicas de la metodología SCRUM para la gestión del proyecto de software, estos requerimientos se dividieron en requisitos funcionales y no funcionales de la aplicación, los requisitos funcionales hacen referencia a los recursos con los que podrá interactuar cada actor del

sistema, es decir, las funciones que podrá desempeñar en el sistema y los requisitos no funcionales hacen referencia a la funcionalidad en los que no intervienen los actores, todos estos requisitos fueron proporcionados por el administrador del Juzgado de Control y quien se encarga de que los procesos del juzgado se lleven a cabo correctamente. La notación estándar para esta fase en la metodología OOHDM son los casos de uso.

Los casos de uso se emplean para capturar el comportamiento deseado del sistema en desarrollo, sin tener que especificar como se implementa ese comportamiento. Los casos de uso proporcionan un medio para que los desarrolladores, los usuarios finales del sistema y los expertos del dominio lleguen a una comprensión común del sistema (Alarcón, 2000)

#### Diagrama de casos de uso.



**Figura 3.** Diagrama de casos de uso de los usuarios Fuente: Elaboración propia de los autores.

En el diagrama ilustrado en la Figura 3 se pueden ver los casos de uso de todos los actores que forman parte del sistema, los casos de uso representan las funciones medulares de cada actor, por ejemplo partiendo del modelado del negocio del juzgado la solicitud inicial es registrada por el usuario de atención al público, para que el área de administración pueda hacer modificaciones a esta solicitud, por otro lado los usuarios de salas, notificación y causas tienen la facultad de registrar diferentes tipos de documentos al sistema para vincularlos a un expediente judicial y por último la validación de estos documentos están a cargo del juez donde podrá consultar y validar documentos que pueden ser anexados al expediente judicial

#### Diseño conceptual.

En esta fase de la metodología OOHDM se realiza un modelo conceptual representado por las entidades, relaciones y colaboraciones que puedan existir entre ellos y la notación que se utiliza es la notación UML con el diagrama de clases.

Un diagrama de clases es un diagrama que muestra un conjunto de clases, interfaces, colaboraciones y sus relaciones. Al igual que otros diagramas los diagramas de clases pueden contener notas y restricciones. También pueden contener paquetes o subsistemas, los cuales se usan para agrupar los elementos de un modelo en partes más grandes. (Alarcón, 2000)

El diagrama de clases parte del análisis de los requerimientos del sistema, una vez teniendo los requerimientos se analizaron las clases medulares de la aplicación, así como también los atributos métodos y relaciones que se utilizaran para el desarrollo, algunas clases principales de la aplicación son: Expediente, Usuarios, Rol, Recursos, Áreas y Documentos entre otras que sirven como apoyo a la construcción del sistema.

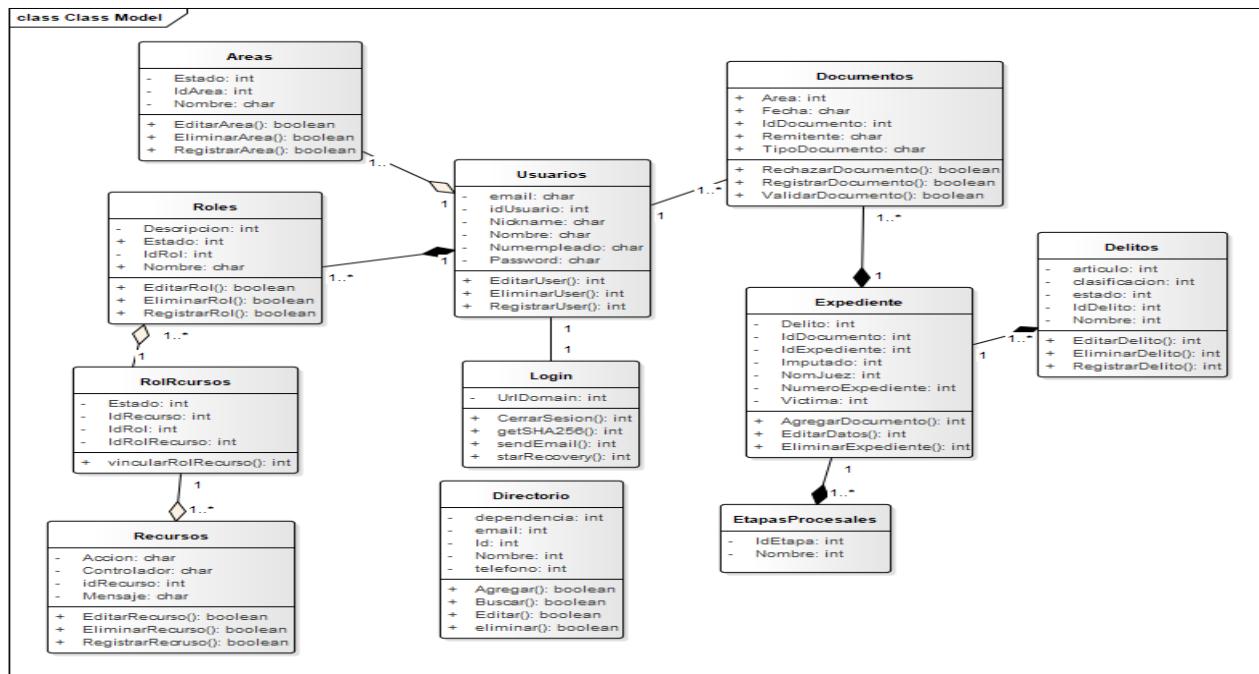


Figura 4. Diagrama de clases del sistema SAEJ Fuente: Elaboración propia de los autores.

### Diseño navegacional.

Esta fase de la metodología OOHDM se considera critica para el diseño de aplicaciones web, aquí se construye un modelo Navegacional como una vista sobre un diseño conceptual, el diseño de navegación se representa por dos esquemas, el esquema de clases navegacionales y el esquema de contextos navegacionales. Para el desarrollo de esta fase en la construcción del sistema SAEJ se definen tres objetos navegacionales del modelo conceptual como son “Usuarios”, “Roles” y “Recursos” teniendo en cuenta el acceso al sistema con una autenticación, asignación de roles y definición de los recursos dependiendo del rol, el primer diagrama en esta fase es el diagrama de clases navegacionales es decir las clases que se activan durante la navegación de un usuario como se muestra en la figura 5.

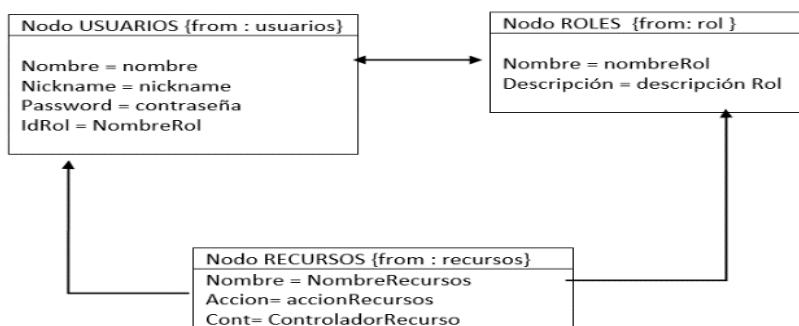
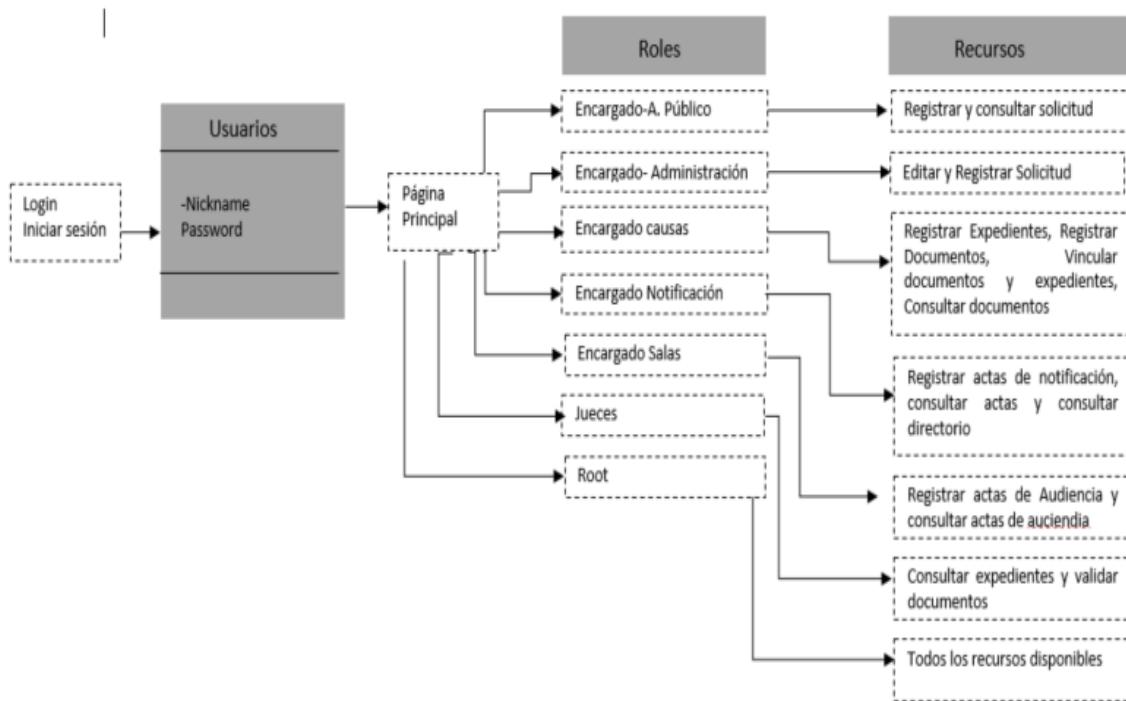


Figura 5. Diagrama de clases Navegacionales Fuente: Elaboración propia de los autores.

Una de las grandes aportaciones de esta metodología es que el usuario no navega directamente con las clases del diseño conceptual si no que lo hace por medio de nodos que son los objetos navegacionales, estos nodos son construidos partiendo de uno o varias entidades o clases conceptuales, en la figura 6 se muestra el diagrama de contexto naveacional, este diagrama tiene como objetivo conocer el sistema de navegación con el cual va a intervenir un usuario utilizando como base el diagrama de clases navegacionales y los nodos o vistas que se van activar durante la sesión de un usuario



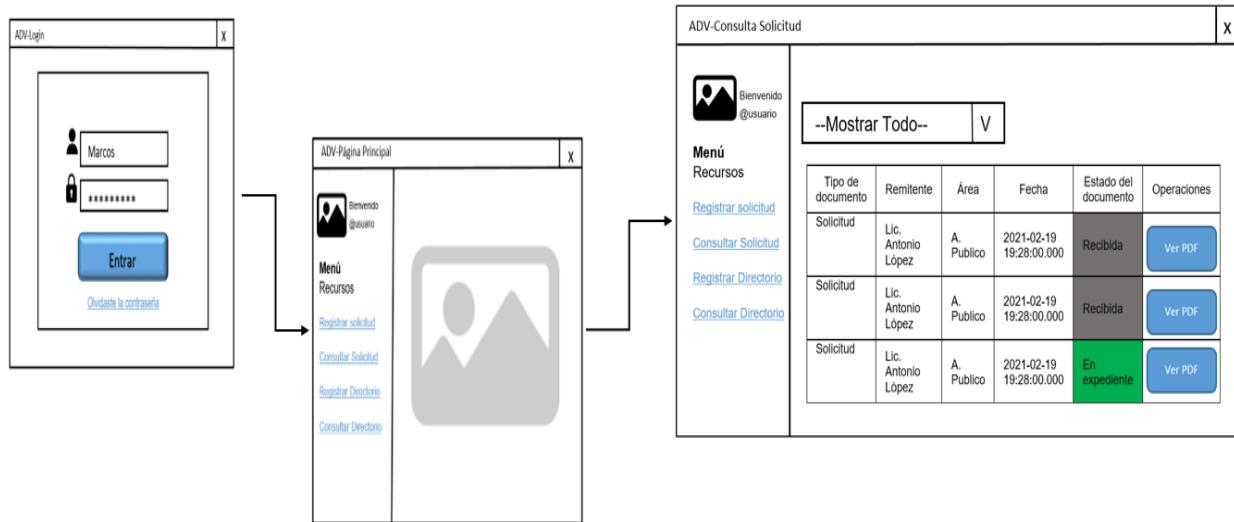
**Figura 6.** Diagrama de contextos Navegacionales Fuente: Elaboración propia de los autores.

#### Diseño de interfaz abstracta.

En esta fase de la metodología es necesario diseñar el prototipo de la aplicación que podrán usar los usuarios, aquí es donde se representan los objetos navegacionales, así como también, la interacción de los objetos, es decir, cuándo un objeto se activa y desactiva para brindar la navegación del usuario en la aplicación. Los objetivos principales de esta fase son:

- Definir los objetos de interfaz que el usuario va a poder ver en su navegador
- La trayectoria que va a realizar el usuario mediante los objetos de navegación.
- Diseño de modelos de vistas abstractas de datos.

A continuación, se muestran los prototipos que se utilizaran para la construcción del sistema para ello solo se utilizará la navegación del usuario de atención al público.

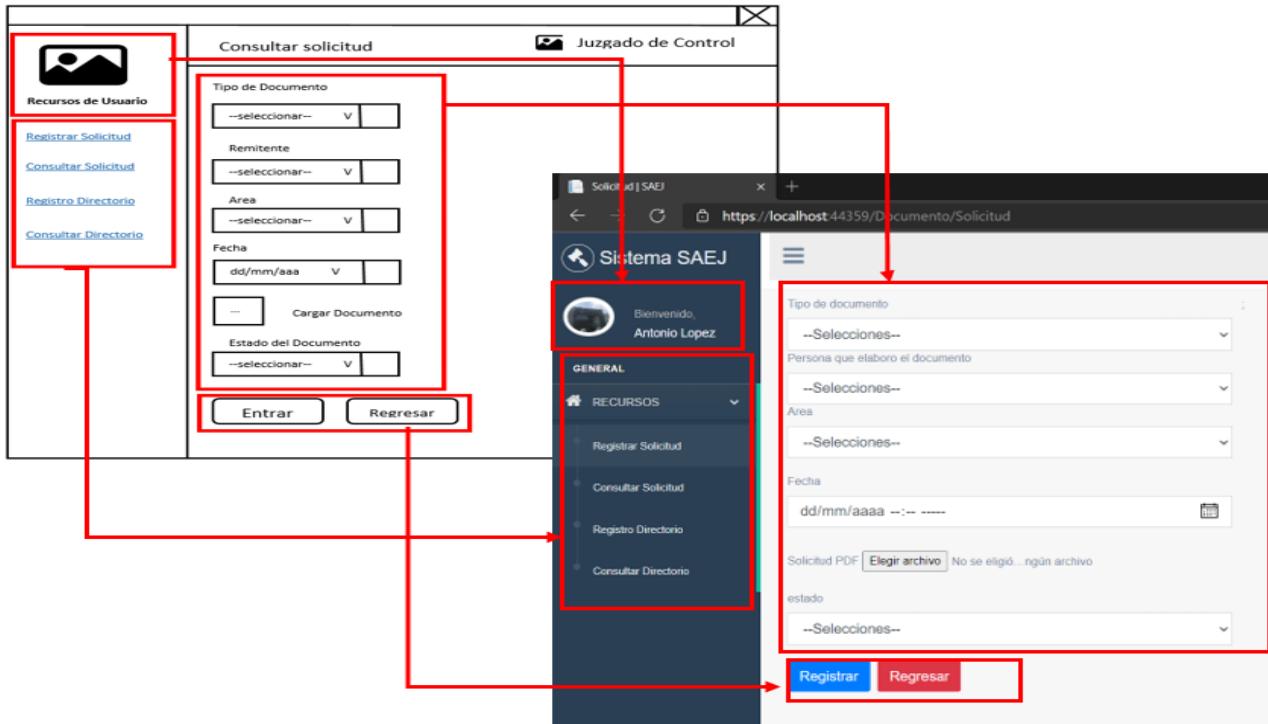


**Figura 7.** Navegación del usuario de atención al público Fuente: Elaboración propia de los autores.

La figura 7 muestra la interfaz abstracta de la navegación del usuario de atención al público, donde inicia con la ventana de Login, para que el usuario ingrese sus credenciales, posteriormente se abrirá la ventana principal del usuario donde se podrán ver los recursos o funciones con las que cuenta este tipo de usuario, partiendo de los recursos disponibles para este usuario se puede ver dos ventanas que representan los escenarios más importantes de este usuario y que le agregan valor al producto final los cuales son “Registrar Solicitud” y “Consultar Solicitud”, cuando el usuario de atención al público de click sobre algún objeto navegacional donde están los recursos se abrirán diferentes ventanas dependiendo el recurso solicitado como ejemplo en la imagen anterior el usuario da click sobre el recurso “Consultar solicitud” y este ejecuta una ventana en donde se aprecian tanto los recursos asignados al usuario como la información desplegada en una tabla con los registros de los documentos que ha registrado este usuarios, además se puede apreciar el objeto ver PDF el cual representa un botón que abre el documento en PDF del registro seleccionado.

### Fase de implementación.

Al llegar a esta fase, los diseñadores del software ya conocen los elementos de información que son parte del dominio del problema que se pretende resolver. Además, también han identificado cuál es la forma de organizar todos los elementos de acuerdo a cada perfil de los usuarios, así como también los recursos con los que cuenta cada usuario, en esta parte los diseñadores ya han definido como se verá la interfaz de la aplicación que se pretende desarrollar y todo lo que tiene que ver con el funcionamiento de la aplicación, una vez teniendo todos los modelos de las fases anteriores ahora es momento de llevar estos modelos a un lenguaje de programación en concreto para obtener de esta manera la implementación de una aplicación ejecutable, en la figura 8 se puede apreciar una ilustración que representa la implementación de un prototipo de la interfaz abstracta ya con un lenguaje de programación en concreto, en este ejemplo se muestra la manera en la que están distribuidos los objetos navegacionales tanto en la interfaz abstracta como en la vista del producto final, de esta manera las interfaces abstractas establecen la organización de los objetos y así es más fácil hacer el diseño de la aplicación, cabe mencionar que este diagrama no está bajo el estándar UML sin embargo existe documentación necesaria de la metodología para diseñar este diagrama con las interfaces abstractas.



**Figura 8.** Implementación de un prototipo a un lenguaje de programación fuente: Elaboración propia de los autores.

## Conclusiones.

En el presente trabajo se presentó el análisis y diseño del sistema SAEJ, el sistema está pensado para el uso del Juzgado de Control y Enjuiciamiento Penal del estado de Guerrero, sistematizando el proceso de creación de los expedientes judiciales, siendo este el proceso más delicado del juzgado es por esta razón que se pretende realizar un sistema que administre todos los expedientes judiciales y de esta forma evitar violar derechos fundamentales de los imputados y de las víctimas.

Este trabajo presentó algunos de los diagramas para la construcción del sistema SAEJ, estos diagramas son los que contempla la metodología para el diseño web OOHDM en donde se concluye que el uso de esta metodología ayuda a establecer una mejor navegación de los elementos de una aplicación web, además se agregó el diagrama de contexto, con este diagrama se representan los límites del sistema siendo este diagrama el de mayor nivel de abstracción, por otro lado es de suma importancia aplicar métodos de diseño a proyectos de desarrollo web puesto que ayudan a los desarrolladores a conocer la estructura navegacional de los elementos. La experiencia que deja el utilizar un método de diseño al desarrollo de sistemas web, es que a partir de conocer los tipos de métodos que existen, ahora se pueden modelar correctamente cualquier sistema web, teniendo como base el modelado de objetos navegacionales y esto deja como resultado tener una mejor documentación de los procesos a los cuales se someten los sistemas, además de utilizar estándares que pueden ser utilizados en diferentes metodologías como lo es UML.

## Créditos.

Los autores del presente trabajo dan crédito al Instituto Tecnológico de Acapulco perteneciente al Tecnológico Nacional de México y al Juzgado de Control y Enjuiciamiento Penal del estado de Guerrero por todas las facilidades prestadas para el desarrollo del sistema SAEJ.

## Agradecimientos.

Los autores agradecemos al Tecnológico Nacional de México y al CONACYT por el apoyo financiero brindado al estudiante de maestría para la realización del presente proyecto reportado en este artículo.

## Referencias Bibliográficas.

**Alarcón, R. (2000).** *Diseño orientado a objetos con UML*. Madrid: Grupo EIDOS.

**Almeida, J. C. (19 de Mayo de 2010).** Modelo Para la selección de la metodología de desarrollo web de una aplicación según sus características funcionales. Caracas, Caracas, Venezuela.

## Información de los autores.



**Marcos Jesús Mendoza Ávila**, es ingeniero en sistemas computacionales, egresado en 2017 por el Tecnológico Nacional de México/ Instituto tecnológico de Acapulco, actualmente se encuentra cursando la maestría en sistemas computacionales en su segundo año en la misma institución educativa, donde se encuentra investigando diferentes técnicas de desarrollo web para el desarrollo de proyectos web para el Juzgado de Control y Enjuiciamiento Penal del estado de Guerrero con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).



**Jorge Carranza Gómez**, maestro en Tecnologías de la Información por el TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec (2008), Ingeniero en Sistemas Computacionales por el TecNM/Instituto Tecnológico de Acapulco (1994). Actualmente Profesor Titular adscrito al Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación del TecNM/Instituto Tecnológico de Acapulco. Participación como colaborador en diversos proyectos de investigación financiados. Pertenece al Reconocimiento a Profesores de Tiempo Completo (Perfil Deseable PRODEP). Forma parte como colaborador del Cuerpo Académico: Sistemas Computacionales. Director de Tesis y Asesor de titulaciones a nivel licenciatura.



**Eloy Cadena Mendoza**, maestro en Tecnologías de la Información por el TecNM/Instituto Tecnológico de Zacatepec (Oct/2006), Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica/Instituto Politécnico Nacional (Nov/1984). Actualmente Profesor Titular adscrito al Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación del TecNM/Instituto Tecnológico de Acapulco. Participación como colaborador en diversos proyectos de investigación financiados. Pertenece al Reconocimiento a Profesores de Tiempo Completo (Perfil Deseable PRODEP).



**Miriam Martínez Arroyo**, Doctora en Ciencias Computacionales por el ITESM, especialidad en Inteligencia Artificial, Maestría en Ciencias de la Computación por el ITESM, especialidad en Inteligencia Artificial Ingeniería en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Acapulco Especialidad en Programación Áreas de interés: Aprendizaje Automático, Minería de Datos, Visión Computacional.

# **Desarrollo de grafos de conocimiento agrícolas para la toma de decisiones hacia el cultivo sostenible y preciso en México.**

## **Development of agricultural knowledge graphs for decision-making towards sustainable and precise cultivation in Mexico.**

Jorge Magaña Govea\* (1).  
Instituto Tecnológico Superior de los Ríos.  
[totosaus@gmail.com](mailto:totosaus@gmail.com).

Fernando Pech May (2). Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, [fernando.pech@cinvestav.mx](mailto:fernando.pech@cinvestav.mx).

Luis Antonio López Gómez (3). Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, [luis/lg@rios.tecnm.mx](mailto:luis/lg@rios.tecnm.mx).

Edna Mariel Mil Chontal (4). Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, [edamarIELmil80@gmail.com](mailto:edamarIELmil80@gmail.com).

Manuel Segovia López (5). Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, [manuel\\_segovia\\_1973@hotmail.com](mailto:manuel_segovia_1973@hotmail.com).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*En México, la agricultura juega un papel muy importante debido a la dependencia económica y alimentaria. Este sector genera grandes volúmenes de datos que no son procesados y están representados en forma de texto, tablas, etc., lo que carece de significado o valor para ser utilizados en la toma de decisiones por parte de empresarios agrícolas, organismos de gobierno o investigadores del área. Esto ha ocasionado que algunas organizaciones lideradas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación implementen tecnologías para estructurar y formalizar el conocimiento a través de los recursos semánticos; lo que ha llevado al desarrollo de una gran cantidad de recursos semánticos agrícolas. Sin embargo, dichos recursos han sido desarrollado con las características de un país en particular, lo que hace imposible utilizarlos en el nuestro. En este documento se analizan los recursos existentes con el objetivo de brindar una información relevante que permita ser útil para la adaptación y desarrollo de nuevos recursos semánticos de los cultivos más comunes en México. Asimismo, se desarrollaron 3 recursos semánticos adaptados a la región de Tabasco mediante el reuso de recursos de la Organización para la Agricultura y Alimentos.*

**Palabras clave:** Ontologías agrícolas, Grafo de conocimiento, OWL, FAO.

### **Abstract.**

*In Mexico, agriculture plays a very important role due to economic and food dependency. This sector generates large volumes of data that are not processed and are represented in the form of text, tables, etc., which lacks meaning or value to be used in decision-making by agricultural entrepreneurs, government agencies or researchers from the area. This has caused some organizations led by the Food and Agriculture Organization of the United Nations to implement technologies to structure and formalize knowledge through semantic resources; which has led to the development of a large number of agricultural semantic resources. However, these resources have been developed with the*

*characteristics of a particular country, which makes it impossible to use them in ours. In this document, the existing resources are analyzed in order to provide relevant information that allows it to be useful for the adaptation and development of new semantic resources of the most common crops in Mexico. Likewise, 3 semantic resources adapted to the Tabasco region were developed through the reuse of resources from the Organization for Agriculture and Food.*

**Keywords:** Agricultural ontologies, Knowledge graph, OWL, FAO.

## 1. Introducción.

La agricultura es el sector productivo más importante para distintos países debido a la dependencia alimentaria de millones de personas. Además, constituye un estímulo para potenciar el progreso y crecimiento productivo. Sin embargo, el sector afronta múltiples cambios y desafíos, como el incremento de la población, falta de inversión y la disponibilidad de algunos recursos naturales que son esenciales para el éxito o fracaso de los cultivos (Trendov, N., 2007). Esto hace necesario de la ayuda de tecnologías que permitan el desarrollo de agricultura sostenible y precisa. Bajo este contexto, distintas organizaciones, gobiernos y empresas, lideradas por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) han creado estrategias para la formalización de la información de los grandes volúmenes de datos agrícolas generadas por distintas fuentes como sensores de suelo, drones, estaciones meteorológicas, etc. Todos estos datos no son procesados, y se encuentran representados en forma de texto, tablas, etc.; lo que carece de significado o valor para ser utilizados en la toma de decisiones por parte de empresas, gobierno o agricultores. Para que los datos sean de utilidad, es necesario formalizarlos para proporcionarle contexto o significado. Para la formalización, es necesario de la ingeniería del conocimiento, las tecnologías y herramientas de la web semántica, principalmente de las ontologías, para la representación del conocimiento en forma de grafos. Uno de los objetivos de la FAO es la formalización del conocimiento y la conjunción e integración de recursos agrícolas mediante la web semántica. Dichos recursos involucran ontologías, vocabularios, taxonomías, etc; estos elementos pueden ser de gran utilidad para el desarrollo de aplicaciones para cultivos sostenibles y precisos (Drury, B., 2019). Actualmente se están realizando distintas investigaciones para el desarrollo de recursos semánticos que incluyen vocabularios, taxonomías y ontologías que comprenden distintos dominios de la agricultura y áreas relacionadas en distintos idiomas, tales como: Agrovoc<sup>1</sup>, Tesauro agrícola de la biblioteca nacional de agricultura (NALT)<sup>2</sup>, etc; estos son vocabularios generalizados que contienen términos específicos de distintos subdominios agrícolas tales como fertilizantes, clima, pesticidas, etc. También se han desarrollado grafos de conocimiento de cultivos específicos tales como Plant Ontology (Cooper L., 2019), AgriOnt [(Le-Khac, N., 2018), OntoAGroHidro (Bonacin R., 2016)], etc. Todos estos recursos semánticos han sido desarrollados y adaptados a zonas geográficas específicas europeas, lo que lo hace inadecuado para México debido a que contiene distintas características tales como el idioma, conceptos específicos de la región, entre otros. Esto hace necesario el desarrollo de ontologías que brinden una información organizada respecto a los principales cultivos en México y que favorezca la toma de decisiones para usuarios interesados en las actividades agrícolas. En este artículo se presenta el desarrollo de 3 recursos semánticos mediante el reúso de ontologías; esto, con el propósito que sea utilizado para sistemas de soporte para la toma de decisiones agrícolas para mejorar su sostenibilidad y precisión en nuestro país.

## 2. Métodos.

La Web Semántica es una extensión de la web actual que tiene como propósito organizar y estructurar el conocimiento, de manera que sea entendida o comprendida por las computadoras (Liang, A., 2007). Además, cuenta con una serie de herramientas, entre las que destacan las ontologías (Saha, G. K., 2007), que representan el conocimiento en forma de grafos mediante una jerarquía de conceptos con atributos y relaciones; para su diseño y/o desarrollo, existen lenguajes entre los que destacan RDF. El conocimiento estructurado permite nuevos descubrimientos científicos mediante el enlace de distintos conjuntos de datos, de los cuales la agronomía, agricultura, alimentación, ciencia de las plantas y biotecnología son beneficiadas. En el campo de la agricultura, las ontologías han sido utilizadas para la representación del conocimiento y para el desarrollo de distintas aplicaciones y que pueden clasificarse como: 1) sistemas basados en

<sup>1</sup> <http://aims.fao.org/vesr-registry/vocabularies/agrovoc>

<sup>2</sup> <https://agclass.nal.usda.gov/>

conocimiento (aplicaciones que realizan razonamiento y sugieren soluciones mediante bases de conocimiento), 2) sensores remotos (que integran datos a través de dispositivos remotos), 3) sistema de soporte de decisiones (que representan el conocimiento y sugieren recomendaciones) y 4) sistemas expertos (aplicaciones que toman decisiones a través del razonamiento de la información). Actualmente existe una variedad de ontologías desde las más generales hasta las más específicas; asimismo, se han creado una serie de portales que permiten visualizar y administrar recursos semánticos agrícolas. Los trabajos relacionados han sido clasificados en dos categorías: 1) recursos semánticos agrícolas y 2) portales web agrícolas.

### **3. Desarrollo.**

El desarrollo de ontologías requiere de un gran esfuerzo, expertos en el dominio del conocimiento y una gran cantidad considerable de tiempo. Sin embargo, existen distintos recursos semánticos que pueden reusarse para la creación de nuevos recursos agrícolas adaptados a una región en particular. En este trabajo se desarrollaron las ontologías del maíz y frijol mediante el reúso de recursos semánticos obtenidos en Crop Ontology. Asimismo, fue necesario el análisis y creación de distintos subdominios tales como cultivo, fertilizantes, pesticidas, recursos geográficos, los cuales se relacionan con los recursos antes mencionados. Parte de estos recursos fueron desarrollados por organizaciones antes mencionadas. Para la reutilización de las ontologías, se analizaron su estructura e Identificación de métricas (ver Tabla 1) así como el código fuente para la identificación de etiquetas del lenguaje utilizado (owl: class, rdfs: label, etc.).

**Tabla 1.** Descripción de las métricas ontológicas.

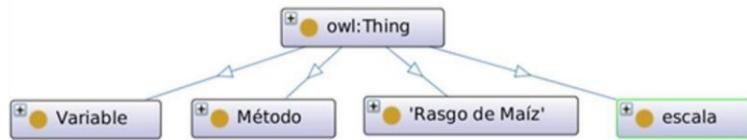
<b>Métricas Ontológicas.</b>	
<b>Nombre.</b>	<b>Descripción.</b>
Axiomas.	Propiedades adicionales que describen el comportamiento de una clase.
Clases.	Individuos/objetos con características en común.
Propiedades de objeto.	Descripción de características y atributos de un objeto.
Individuos.	Objetos particulares del dominio
Propiedades de anotación.	Descripción más detallada de las clases.
Subclases.	Clase hija de otra clase.

#### **Ontología del Maíz.**

La ontología del maíz fue desarrollada con la finalidad de medir los rasgos del maíz a través de diferentes variables según el método o escala utilizada. La ontología proporciona nombres de rasgos de mejoradores armonizados, métodos de medición, escalas y variables estándar. Además, hace uso del recurso SKOS<sup>3</sup> para documentación de la transitividad, definición, etiquetado, asignación de acrónimos y asignación de prefijos. Asimismo, adopta términos de ontologías biomédicas abiertas. La Figura 1 muestra las clases principales de la ontología y en el Tabla 2 se aprecia las métricas totales de la ontología. A continuación, se describe cada clase.

Rasgos del maíz. Esta clase (ver Figura 2) contiene características físicas y químicas de la planta tales como: 1) *rasgos agronómicos*, que se conforma por una lista de características físicas (altura de la oreja de la hoja, aspectos de la planta, numero de orejas, numero de granos, entre otros); 2) *rasgos de calidad*, que presenta una lista de características respecto a la calidad del

<sup>3</sup> <https://skos.um.es/>



**Figura 1.** Clases principales de la ontología del maíz; vista desde Protege (Horridge, M., 2004).

grano del maíz y se establece mediante la constitución física para determinar la textura, dureza y la composición química (contenido del hierro, zinc, textura del grano, etc.); 3) *rasgos de estrés abiótico*, que se conforma por dos subclases que determinan los rasgos negativos de la adaptación de la planta ante distintas condiciones de estrés (gravedad de la hoja y de voladura); 4) *rasgos de estrés biótico*, subclases que determinan el impacto negativo de factores como hongos, virus y herbívoros que dañan la planta (gravedad del óxido común, incidencia del haz negro, incidencia de la pudrición del tallo, incidencia del virus de la raya del maíz, presencia de enfermedades fúngicas, severidad de la raya tropical, etc.); 5) *rasgos fenológicos*, proporciona una lista de características que determinan el ciclo de vida de la planta (intervalo de sedación de la antesis, tiempo de antesis, madurez, seda y senescencia de la hoja del oído); 6) *rasgos fisiológicos*, presenta una lista de características respecto a procesos químicos y físicos asociados a la vida de la planta (contenido de la clorofila, glucosa y prolina en el grano, ajuste osmótico, índice de agua, etc.); 7) *rasgos morfológicos*, se conforma por una serie de características respecto a los órganos que componen el cuerpo de la planta (tallos, hojas, raíces, etc.).



**Figura 2.** Subclases de la clase 'Rasgo de Maíz'.

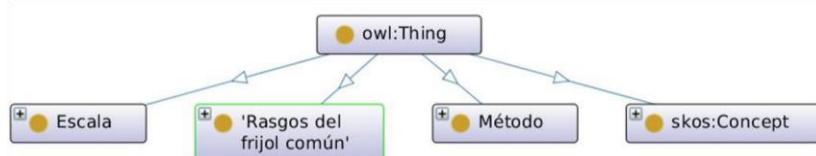
**Método.** Clase que se conforma por algunos de los métodos de medición que permiten evaluar el cultivo e identificar problemas tales como: 1) conteo, subclase que se conforma por una serie de métodos que permiten el conteo de algunos rasgos de la planta (número de plantas dañadas por busseola y parcela, número de plantas afectadas por el complejo de acrobacia de maíz por parcela, gorgojos del maíz en una muestra, etc.); 2) calculo, se compone por una serie de métodos que permiten el cálculo de algunos de los rasgos de la planta (días para la antesis, senescencia, de la oreja, días hasta la madurez, pesos secos de la base, fecha de la senescencia de la hoja del oído, etc.); 3) estimación, subclases que determinan una estimación de algunos rasgos del maíz (fecha de sedación, vencimiento, etc.); 4) medición, se integra por una serie de métodos que permiten medir rasgos químicos y físicos de la planta (azúcar, sacarosa, glucosa, zinc, peso seco de la mazorca, etc.).

**Escala.** Integrada por 7 subclases: 1) tiempo, permite establecer el día, mes y años de algunos de los métodos pre establecidos (estimación o cálculo de ciertos rasgos de la planta); 2) nominal, permiten la medición de rasgos físicos específicos de la planta (escala de la forma de la oreja, arreglo de hilera de granos de la hoja, color del tallo, color del grano, etc.); 3) numérico, contiene una serie de escalas numéricas (porcentajes, relación de la posición del oído, escala de proporción, numero de rango, etc.); 4) ordinal, se conforma por una serie de intervalos que permiten medir los rasgos físicos y químicos de la planta (escala de senescencia, colores de la mazorca, posición del oído, textura del grano, germinación estándar, apertura de la borla, etc.); 5) texto, permite relacionar la estimación de la presencia de enfermedades fúngicas del maíz; 6) código y 7) duración, fungen como soporte en cuestión a métodos extras.

**Variable.** Cuenta con más de 100 subclases que son datos susceptibles de ser modificados, de acuerdo con la relación entre cada una de sus relaciones.

### Ontología del Frijol.

La ontología fue desarrollada para medir los rasgos del frijol, métodos de medición y escalas. Se utiliza SKOS para la transitividad, etiquetados, asignación acrónimos, etc. Consta de 3 clases principales (ver Figura 3) denominadas: 1) escala, 2) rasgos del frijol común y 3) método. En la Tabla 3 se aprecia las métricas totales de la ontología. A continuación, se describe cada uno.

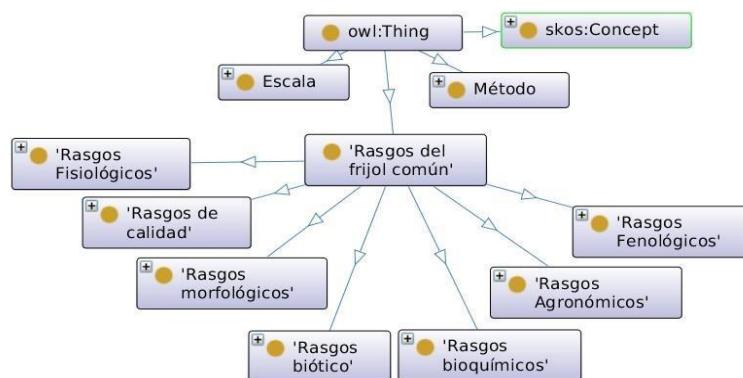


**Figura 3.** Clases principales de la ontología del Frijol.

**Rasgos del frijol común.** Esta clase se conforma por subclases (ver Figura 4) que definen características físicas y químicas de la planta del frijol, tales como: 1) *rasgos agronómicos*, define una lista de características físicas (altura de la planta, aspectos de la planta, vainas por planta, tamaño de semilla, etc.); 2) *rasgos de calidad*, describe características o componente respecto a la calidad de la semilla del frijol (hierro, fosforo, proteína, Zinc, etc); 3) *rasgos bioquímicos*; determinan la composición química de la planta (presencia del marcador de ADN unido al gen bc-3, bgm-1, BGYMV, etc); 4) rasgos de estrés biótico, determinan el impacto negativo de factores como hongos, virus y herbívoros que dañan la planta (gusano de tallo, virus de la necrosis del mosaico común, mancha de hoja harinosa, etc.); 5) *rasgos fenológicos*, proporciona características que determinan el ciclo de vida de la planta (días para florecer, días hasta la madurez fisiológica y etapa de crecimiento); 6) *rasgos fisiológicos*, subclase que presenta una lista de características de procesos químicos y físicos asociados a la vida de la planta (discriminación de isotopos de carbono del grano, perdida de hojas, cantidad de nódulos efectivos en frijol arbustivo, contenido de calcio de semilla en campo, etc.); 7) *rasgos morfológicos*, conforma una serie de características que componen el cuerpo de la planta (vaina, hoja, raíces, etc.).

**Método.** La clase se conforma con más de 100 métodos de medición que permiten evaluar el cultivo y a su vez identificar problemas (método agronómico de eficiencia del agua, longitud basal de la raíz, orientación del pico de la vaina, etc.).

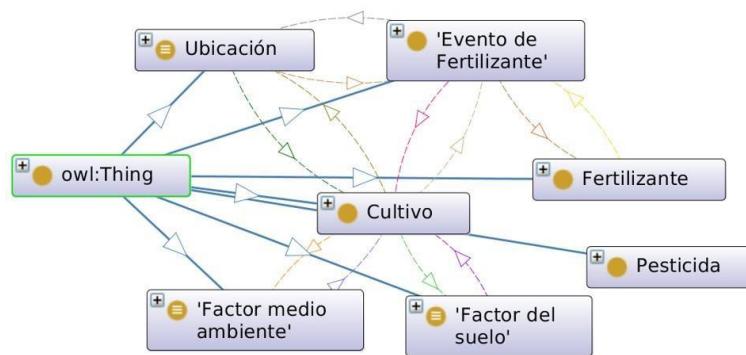
**Escala.** Clase derivada de la clase método. Se encuentra integrada por más de 100 tipos de escalas tales como porcentajes, intervalos del 1 al 9, evaluación de escalas en categorías, gramos, entre otras.



**Figura 4.** Subclase de la clase 'Rasgos del frijol común'.

### Ontología de subdominios relacionados.

Esta ontología fue realizada para albergar características locales en relación con el clima, la cultura, idiomas y las variedades de plantas locales relacionadas con actividades agrícolas. Contiene subdominios para distintos cultivos. Entre los subdominios de mayor relevancia creados son fertilizantes, pesticida y ambiente (ver Figura 5). En la Tabla 4 se aprecia las métricas totales de la ontología. A continuación, se describen las clases principales.



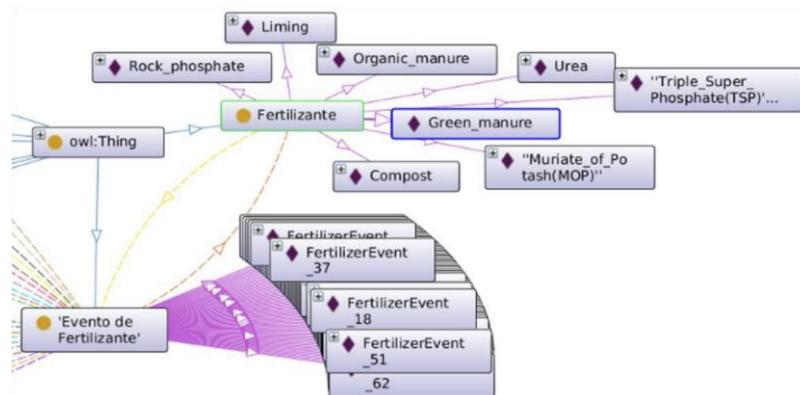
**Figura 5.** Clases principales de la ontología de subdominios.

**Fertilizantes.** Los fertilizantes se definen como un material orgánico o inorgánico que se agrega a un suelo para suministrar uno o más nutrientes vegetales esenciales para la planta. La ontología contiene instancias que establecen información relevante respecto a fertilizantes existentes tales como: composta, abono encalado, abono orgánico, abono verde, etc. También se define una clase denominada \evento de fertilizantes", que contiene conceptos tales como síntoma, cantidad, tiempo, problema creciente, método de cosecha, etc (ver Figura 6).

**Ambiente.** Los factores y recursos ambientales garantizan la calidad de los cultivos; en esta ontología aborda estos conceptos clasificándolos en dos clases: 1) factores de medio ambiente, proporciona información sobre factores, externos basados en cultivos o granjas, como humedad, luz solar, viento, CO<sub>2</sub> y fuente de agua; 2) factores de suelo, incluye todas las condiciones necesarias del suelo relacionadas con los cultivos (tipo de suelo, valor del ph, textura y características del suelo, etc.).

**Pesticida.** Contiene una lista de pesticidas, orgánicos e inorgánicos, que pueden aplicarse a los cultivos.

Para el desarrollo de los recursos semánticos (ontologías) antes mencionadas, se reusaron una variedad existente. En la ontología del maíz se obtuvo más de 11500 axiomas, 1103 clases y más de 2700 subclases (ver Tabla 2).



**Figura 6.** Instancias de la subclase "Fertilizante".

Respecto a la ontología del frijol, 1070 clases, 1434 subclases y 1056 individuos (ver Tabla 3). Cabe destacar que la ontología de subdominios aún está en desarrollo, hasta el momento se han obtenido 1070 clases, 1435 subclases y 1056 individuos (ver Tabla 4).

**Tabla 2.** Métricas de la ontología del maíz.

<b>Métricas Ontológicas del Maíz</b>	
Axiomas	11542
Axiomas lógicos	3810
Axiomas de declaración	2196
Clases	1103
Propiedades de objeto	3
Individuos	1088
Propiedades de anotación	9
Subclases	2722

**Tabla 3.** Métricas de la ontología del frijol.

<b>Métricas Ontológicas del Frijol</b>	
Axiomas	8315
Axiomas lógicos	2490
Axiomas de declaración	2131
Clases	1070
Propiedades de objeto	2
Individuos	1056
Propiedades de anotación	8
Subclases	1434

**Tabla 4.** Métricas de la ontología de subdominios.

<b>Métricas Ontológicas de Subdominios relacionados</b>	
Axiomas	5591
Axiomas lógicos	4041
Axiomas de declaración	977
Clases	83
Propiedades de objeto	191
Propiedad de datos	45
Individuos	657
Propiedades de anotación	4
Subclases	33

## Conclusiones.

La web semántica juega un papel muy importante para la estructuración del conocimiento; proporciona tecnologías y herramientas para la formalización del conocimiento. Esto ha ayudado a formalizar los datos agrícolas obtenidos desde distintas fuentes como sensores de suelo, drones, estaciones meteorológicas, etc. Por otra parte, a pesar de la gran cantidad de recursos semánticos disponibles, en México aún existe pocos trabajos en la formalización del conocimiento agrícola, lo que podría ayudar en el desarrollo de aplicaciones para el cultivo sostenible y preciso. La presencia de la web semántica en el sector agrícola abona a esta nueva etapa del campo en México y se manifiesta en diversos aspectos tales como: 1) la evolución en la aceptación de estas tecnologías por parte de los empresarios y técnicos es consecuencia del cambio generacional, la profesionalización del sector y la penetración social de las ciencias computacionales y 2) la madurez de las aplicaciones avanzadas de gestión empresarial (gestión de clientes, de insumos, control de producción, etc.) que han pasado de ser productos solo disponibles para grandes corporaciones a ser accesibles por cooperativas y empresas agroalimentarias de cualquier tamaño.

## Créditos.

Instituto Tecnológico Superior de los Ríos.

## Agradecimientos.

Un especial agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de los Ríos por permitirnos la oportunidad de colaborar con esta contribución en la revista y brindarnos el apoyo por dar a conocer la investigación realizada, aplicando conocimiento para transmitirla a nuestros estudiantes.

## Referencias Bibliográficas.

- Arenas, M. y Ugarte, M. (2017).** Designing a query language for rdf: Marrying open and closed worlds. *ACM Trans. Database System*, 42(4):21:1{21:46, oct 2017.
- R. Bonacini, R., Nabuco, O. F. y Ivo, P. J. (2016).** Ontology models of the impacts of agriculture and climate changes on water resources: Scenarios on interoperability and information recovery. *Future Generation Computer Systems*, 54:423{434, 2016.
- Cooper, L. y Jaiswal, P. (2019).** The Plant Ontology: A Tool for Plant Genomics, volume 1374. Humana Press, New York, NY.
- Drury, B., Fernández, R., Moura, M. F. y De Andrade, A. (2019).** A survey of semantic web technology for agriculture. *Information Processing in Agriculture*, 6:487{501.
- Horridge, M., Knublauch, H., Rector A. Stevens R. y Wroe, C. (2004).** A Practical Guide To Building OWL Ontologies With The Protege-OWL Plugin. University of Manchester, 1 edition.
- Liang, A. y Sini, M. (2007).** Mapping agrovoc and the chinese agricultural thesaurus: definitions, tolos, procederus. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, pages 51{62, 2007.nitions, tolos, procederus. New Review of Hypermedia and Multimedia, pages 51{62.
- Le-Khac, N., Ngo, Q. H. y Kechadi, T. (2018).** Ontology Based Approach for Precision Agriculture, volume 11248. Springer, Cham.
- Saha, G. K. (2007).** Web ontology language (owl) and semantic web. *Ubiquity*, 2008(September):1:1{1:1, Sep. 2007.

**Trendov, N., Varas, S. y Zeng, M. (2007).** Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales, 2019.  
<http://www.fao.org/3/ca4887es/ca4887es.pdf>.

### Información de los autores.



**Jorge Magaña Govea**, Profesor investigador del Instituto Tecnológico Superior de los Ríos. Maestro en Ciencias de la Computación por la UJAT. Sus áreas de interés son ontologías y web semántica.



**Fernando Pech May**, Profesor investigador del Instituto Tecnológico Superior de los Ríos (ITSR). Realizó sus estudios de maestría en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV) en el área de Inteligencia Artificial. Se especializó en Web Semántica en la Universidad de Chile. Finalizó su doctorado en Ciencias de la Computación en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Líder del cuerpo académico Cómputo Distribuido del ITS, miembro activo de la Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial y la Asociación Mexicana para el Procesamiento de Lenguaje Natural. Sus áreas de interés son Deep Learning, Web Semántica y PLN.



**Luis Antonio López Gómez**, Profesor del Instituto Tecnológico Superior de los Ríos en el área de Computación. Imparte docencia de Programación Web, Redes, en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Su labor de investigación se centra en las líneas de Inteligencia Artificial y Sistemas Distribuidos. Es Ingeniero en Sistemas Computacionales. Cuenta con 15 años de experiencia. Es miembro del cuerpo académico computo distribuido. Asimismo, acredita numerosas contribuciones a congresos y participaciones el desarrollo de proyectos de investigación de PRODEP y TecNM. Ha publicado más de 10 artículos nacionales e internacionales, artículos indexados en revistas de prestigio en los últimos años. Ha dirigido Tesis de Licenciatura. Actualmente es miembro del Sistema Estatal de Investigadores. Imparte talleres sobre Diseño de Apps Móviles, Uso de LáTEX en trabajos académicos y Consejos para la elaboración de trabajos académicos.



**Edna Mariel Mil Chontal**, Maestra en Ciencias en la Computación por el Centro de Investigación y de estudios avanzados del IPN, campus Tamaulipas. Es Licenciada en Computación por la Universidad Autónoma de Tabasco. Profesora del Instituto Tecnológico Superior de los Ríos y pertenece al cuerpo Académico “Cómputo Distribuido”. Sus áreas de interés son: Sistemas Distribuidos, Procesamiento de Lenguaje Natural y Redes de Próxima Generación.



**Manuel Segovia López**, Licenciado en Computación en la UJAT, Profesor con categoría B en el ITSР, miembro del cuerpo académico computo distribuido, participante en proyecto de investigación externo de PRODEP “Integridad de los enlaces de datos en la Web Semántica”.

# **Desarrollo de un chatbot basado en narrativa digital y elementos de gamificación para un guía virtual turístico.**

## **Development of a chatbot based on digital narrative and gamification elements for a virtual tour guide.**

Aldair José Mendoza Centeno\* (1).  
Instituto Tecnológico Superior de los Ríos.  
[isc.aldairmendoza@gmail.com](mailto:isc.aldairmendoza@gmail.com).

Fernando Vera Priego (2). Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, [fernando.vera@udlap.mx](mailto:fernando.vera@udlap.mx).

Edna Mariel Mil Chontal (3). Instituto Tecnológico Superior de los Ríos, [mariled7@hotmail.com](mailto:mariled7@hotmail.com).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

Este proyecto se centra en el desarrollo de un guía turístico virtual, para dar a conocer los atractivos turísticos que existen dentro del municipio de Balancán, y generar interés en los turistas que visiten el municipio durante el recorrido del tren Maya. Para esto, se desarrolla un chatbot con procesamiento de lenguaje natural, haciendo uso de Python como lenguaje de programación y tensorflow como librería de aprendizaje automático, teniendo a dialogflow como primer acercamiento con el funcionamiento básico de los chatbots, se implementan elementos de gamificación para generar un mayor interés, mediante juegos durante su recorrido, incentivándolos para que conozcan los demás lugares que existen en el municipio. Se hace uso de la narrativa digital, para contar la historia de cada uno de estos emblemáticos lugares. Y se realizan pruebas en dos distintas plataformas, para determinar cuál es la mejor opción para llevarlo a cabo, se hará uso de algoritmos de aprendizaje automático y redes neuronales para seleccionar la respuesta más acertada de acuerdo a los datos ingresados por los usuarios.

**Palabras clave:** PLN, Python, Tensorflow, DialogFlow.

### **Abstract.**

This project focuses on the development of a virtual tourist guide, to publicize the tourist attractions that exist within the municipality of Balancán, and generate interest in tourists who visit the municipality during the Mayan train route. For this, a chatbot with natural language processing is developed, using Python as a programming language and tensorflow as a machine learning library, having dialogflow as the first approach with the basic functioning of chatbots, gamification elements are implemented to generate greater interest, through games during their journey, encouraging them to get to know the other places that exist in the municipality. Digital narrative is used to tell the story of each of these emblematic places. And tests are carried out on two different platforms, to determine which is the best option to carry it out, use of machine learning algorithms and neural networks will be used to select the most accurate answer according to the data entered by the users.

**Keywords:** NLP, Python, Tensorflow, DialogFlow.

## 1. Introducción.

Para situarnos en el momento actual hay que hacer un recorrido desde principios de los años cincuenta. En 1950 Alan Turing propuso en su ensayo Computer Machinery and Intelligence un test para calificar la inteligencia de las máquinas (Turing, 1950).

Unos años más tarde John McCarthy acuñó el término de Inteligencia Artificial. La describe como la ciencia y la ingeniería de hacer máquinas inteligentes. (McCarthy, 1960); (Cerdas Mendez , 2016).

Los primeros chatbots que investigaban el procesamiento del lenguaje natural surgieron a principios de los sesenta (Mauldin, 1994).

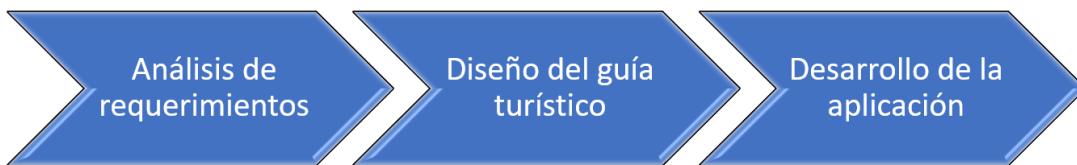
Destacó el desarrollo de Eliza, un proyecto desarrollado por el Artificial Intelligence Laboratory en el MIT que intentaba emular a una psicóloga (Weizenbaum, 1966). Eliza busca palabras clave en la frase que el usuario escribe y responde utilizando una frase de su base de datos. En ocasiones sus respuestas se volvían incoherentes, cuando no entendía lo que había querido decirle.

En 1995, inspirado por Eliza, comenzó el desarrollo del bot Alice (Artificial Linguistic Internet Computer Entity), capaz de recoger ejemplos de lenguaje natural (Wallace, 2009). El programa utiliza un esquema XML llamado AIML (Artificial Intelligence Markup Language) para especificar las reglas de conversación heurística.

Después de hacer un recorrido en el pasado y conocer cuáles fueron los primeros chatbots que existieron volvemos la actualidad, La situación actual que presenta el municipio de Balancán es, la poca difusión que se le da a los lugares turísticos con los que cuenta, causando que no se den a conocer los grandes atractivos turísticos que posee el municipio y a raíz del proyecto del tren maya nace la oportunidad de promover estos sitios turísticos. Se desarrolla una aplicación que contiene una guía virtual realizada mediante un Bot conversacional que posee elementos de gamificación y narrativa digital, permitirá captar y mantener la atención de los usuarios, para dar a conocer los lugares turísticos más importantes con los que cuenta el Municipio de Balancán, se pretende que la guía narre la historia de los lugares visitados, así como realizar pequeños juegos que se relacionen con los lugares que se han visitado para hacer más interactiva la visita de los usuarios.

## 2. Metodos.

La metodología aplicada para esta investigación se dividió en tres etapas (ver figura 1): 1) realizar un análisis de requerimientos; 2) Diseñar el guía turístico; 3) Desarrollar la aplicación.



**Figura 1.** Metodología propuesta para el desarrollo del Guía Turístico

La primera etapa se centró en realizar un análisis para determinar los elementos necesarios para llevar a cabo la realización del proyecto, como lo es definir cuáles son las tecnologías más adecuadas para realizar el desarrollo del proyecto, para esto se evaluaron dos tecnologías que permiten desarrollar agentes virtuales(Chatbots) como lo son Python con el cual se hizo uso de librerías como; NLTK, Tensorflow, Chatterbot, numpy, entre otras, así como también se evaluó Dialogflow que es una plataforma de comprensión del lenguaje natural desarrollada por Google y es utilizada para diseñar e integrar una interfaz de usuario conversacional en aplicaciones móviles, aplicaciones web, entre otras, esta plataforma simplifica el desarrollo de agentes virtuales, se define la forma en que se implementara.

Permitió entender también lo que es la gamificación; que consiste en el uso de mecánicas, elementos y técnicas de diseño de juegos en contexto que no son juegos para involucrar a los usuarios y resolver problemas.

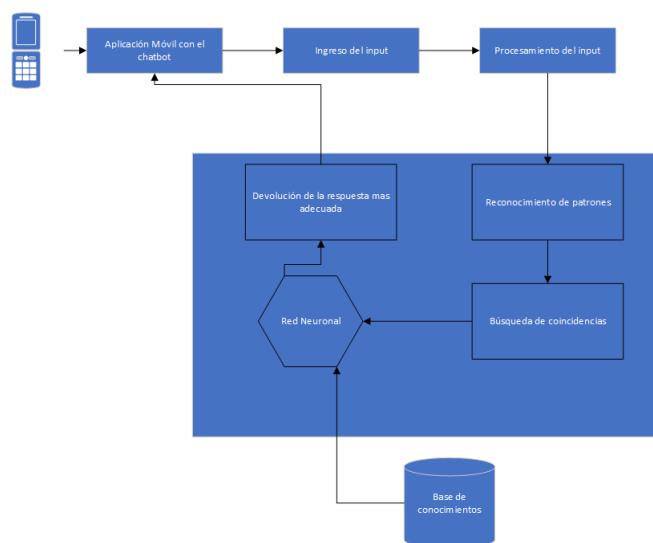
Razones por la que se elige gamificar:

- Activa la motivación por el aprendizaje
- Retroalimentación constante
- Aprendizaje más significativo permitiendo mayor retención en la memoria al ser más atractivo
- Compromiso con el aprendizaje y fidelización o vinculación del estudiante con el contenido y con las tareas en sí.
- Resultados más medibles (niveles, puntos y badges).
- Generar competencias adecuadas y alfabetizan digitalmente
- Aprendices más autónomos
- Generan competitividad a la vez que colaboración
- Capacidad de conectividad entre usuarios en el espacio online

De igual modo también entender de qué trata la narración o Storytelling, como influye para atraer la atención de los usuarios. Este análisis sirve para determinar cuales son los elementos mas adecuados para implementarlos en el chatbot.

La etapa dos consiste en diseñar el guía turístico, tomando como base todos los datos obtenidos en el análisis que se realizó previamente, donde se determinó que la tecnología más adecuada para el desarrollo del chatbot es el lenguaje de programación Python, haciendo uso de las librerías; NLTK, para el procesamiento de lenguaje natural, Tensorflow como librería de aprendizaje automático, haciendo uso de esta para crear la red neuronal que servirá para entrenar el modelo con la base de conocimientos, en la cual se definieron los tag que identifican los lugares a los cuales se les quiere dar promoción, dentro de los tag se definen los posibles patrones de entrada de los usuarios, así como también se asignan las respuestas que deberá dar el bot, basándose en el porcentaje de similitud de los valores de entrada con los tag definidos en la base de conocimientos. Se integran al chatbot los elementos de gamificación mas adecuados, de acuerdo a la temática del proyecto.

Finalmente, la tercera etapa corresponde al desarrollo de la aplicación del chatbot, en esta etapa se realiza el desarrollo de la interfaz con la que tendrán que interactuar los usuarios finales, haciéndola llamativa y fácil de entender.

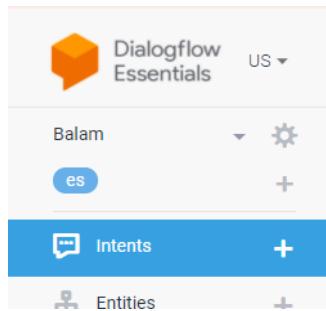


**Figura 2.** Estructura del chatbot.

Durante el proceso de diseño se propuso la estructura (ver figura 2), donde se definió que la aplicación móvil, contendrá una red neuronal que tendrá la función de reconocer y extraer los patrones de los inputs de los usuarios, para devolver una respuesta que se corresponda con el input ingresado por los usuarios, según las coincidencias con los patrones contenidos en la base de conocimientos.

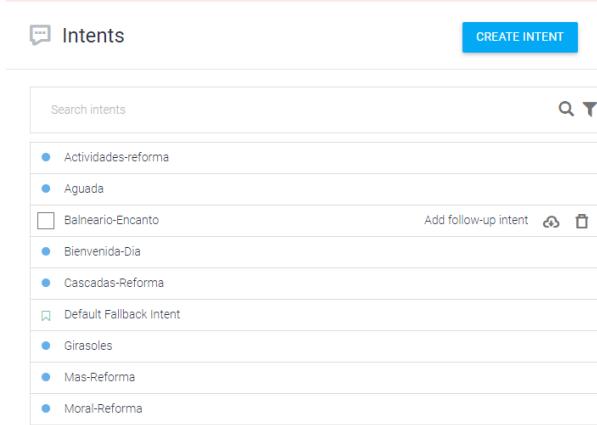
### 3. Resultados.

Como primera etapa se desarrolló un chatbot en la plataforma de dialogflow, para ello primero se creó el agente dándole un nombre y eligiendo el idioma principal, ver figura 2.



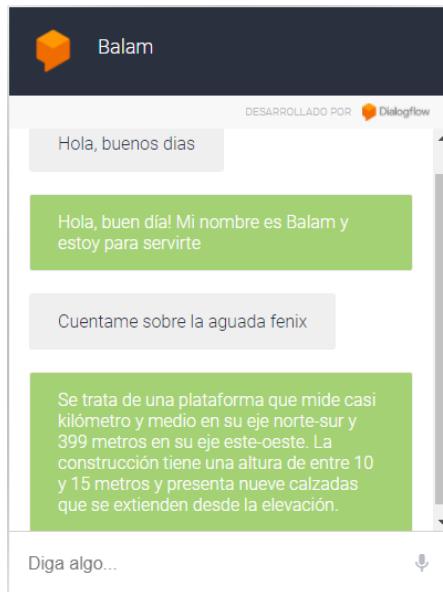
**Figura 3.** Creación del Agente en DialogFlow.

Se crean los *intents* que serán la base de conocimiento del chatbot, estos contienen los datos relevantes sobre los lugares turísticos del municipio, esto servirá para responder las preguntas de los usuarios (figura 4).



**Figura 4.** *Intents* que contienen la información para responder las preguntas de los usuarios.

Se realizaron pruebas de su funcionamiento (figura 5) mediante la integración web que permite hacer la misma plataforma, permitiendo comprobar que da una respuesta concisa cuando el usuario realiza una pregunta exacta.



**Figura 5.** Prueba realizada del chatbot en DialogFlow.

Como segunda etapa se realizaron pruebas en Python con diferentes librerías que fueron diseñadas para la creación de chatbots, en primer lugar, se realizaron pruebas con la librería chatterbot, haciendo uso del método chatbot, que es la forma más sencilla de esta librería, pero de esta manera solo funciona en inglés y es ineficiente ya que repite las mismas respuestas en múltiples ocasiones, como puede apreciarse en la figura 5.

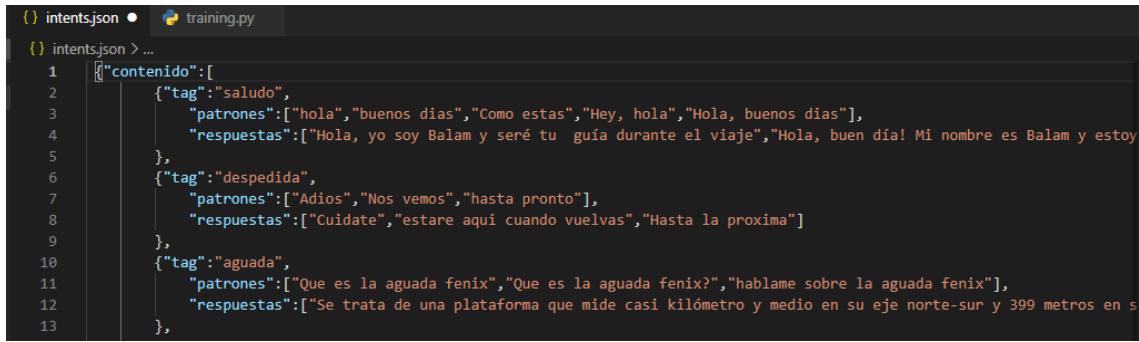
A screenshot of a Jupyter Notebook cell. The code imports ChatBot from chatterbot and creates an instance named 'chat' for a bot called 'Balam'. It then enters a loop where it repeatedly asks for user input ('Tú: ') and prints the bot's response ('Bot: '). The interaction shows multiple exchanges where the bot fails to understand the user's intent or repeats responses like 'Hi' and 'How Are You?'.

```
from chatterbot import ChatBot
chat = ChatBot('Balam')
while True:
    peticion = input('Tú: ')
    respuesta = chat.get_response(peticion)
    print('Bot: ',respuesta)
```

Tú: Hi  
Bot: Hi  
Tú: How Are You?  
Bot: Hi  
Tú: How are you  
Bot: Hi  
Tú: fine and you  
Bot: How Are You?  
Tú: Hi  
Bot: How are you  
Tú: fine and you?  
Bot: Hi  
Tú:

**Figura 6.** Pruebas de chatterbot en Python.

Como siguiente se procede a hacer pruebas con un chatbot creado, haciendo uso de las librerías de tensorflow, numpy, json, pickle, random, nltk (ver figura 7). Durante esta etapa se definió el modelo del chatbot, el cual principalmente está compuesto por dos clases y un archivo de tipo Json, como primero se creó el archivo con extensión Json, el cual se utilizó para crear la base de conocimientos del chatbot, en el que se definieron los patrones que el bot deberá identificar para poder dar una respuesta a los usuarios, basado en el porcentaje de coincidencia que se tenga de los valores ingresados por los usuarios, con la base de conocimientos que se posee.



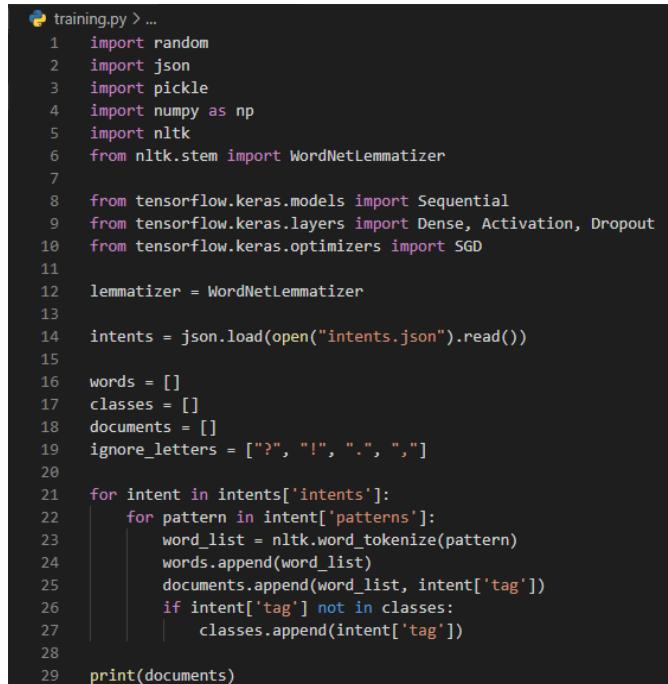
```

{
    "contenido": [
        {
            "tag": "saludo",
            "patrones": ["hola", "buenos dias", "Como estas", "Hey, hola", "Hola, buenos dias"],
            "respuestas": ["Hola, yo soy Balam y seré tu guía durante el viaje", "Hola, buen día! Mi nombre es Balam y estoy"]
        },
        {
            "tag": "despedida",
            "patrones": ["Adios", "Nos vemos", "hasta pronto"],
            "respuestas": ["Cuidate", "estare aquí cuando vuelvas", "Hasta la proxima"]
        },
        {
            "tag": "aguada",
            "patrones": ["Que es la aguada fenix", "Que es la aguada fenix?", "hablame sobre la aguada fenix"],
            "respuestas": ["Se trata de una plataforma que mide casi kilómetro y medio en su eje norte-sur y 399 metros en s"]
        }
    ]
}

```

**Figura 7.** Creación de los *intents* para el chatbot en Python con nltk y tensorflow

La primera clase que se define (ver figura 8) es la que se usa para entrenar el modelo con la red neuronal, en este se importan todas las librerías necesarias, así como también, se carga el archivo Json que contiene los datos para entrenar el chatbot, ver figura 8.



```

import random
import json
import pickle
import numpy as np
import nltk
from nltk.stem import WordNetLemmatizer
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense, Activation, Dropout
from tensorflow.keras.optimizers import SGD
lemmatizer = WordNetLemmatizer()
intents = json.load(open("intents.json").read())
words = []
classes = []
documents = []
ignore_letters = ["?", "!", ".", ","]
for intent in intents['intents']:
    for pattern in intent['patterns']:
        word_list = nltk.word_tokenize(pattern)
        words.append(word_list)
        documents.append((word_list, intent['tag']))
        if intent['tag'] not in classes:
            classes.append(intent['tag'])
print(documents)

```

**Figura 8.** Clase para entrenar al chatbot con los datos contenidos en el archivo Json.

Después de haber cargado la base de conocimientos, haber cambiado las palabras a su forma base, se procede a crear la red neuronal que se utilizará para entrenar el modelo tomando como datos, los elementos contenidos en la base de conocimientos y se guarda el modelo, como se muestra en la figura 9.

```
random.shuffle(training)
training = np.array(training)

train_x = list(training[:, 0])
train_y = list(training[:, 1])

model = Sequential()
model.add(Dense(128, input_shape=(len(train_x[0]),), activation='relu'))
model.add(Dropout(0.5))
model.add(Dense(64, activation='relu'))
model.add(Dropout(0.5))
model.add(Dense(len(train_y[0]), activation='softmax'))

sgd = SGD(lr=0.01, decay=1e-6, momentum=0.9, nesterov=True)
model.compile(loss='categorical_crossentropy', optimizer=sgd, metrics=['accuracy'])

hist = model.fit(np.array(train_x), np.array(train_y), epochs=200, batch_size=5, verbose=1)
model.save('chatbotmodel.h5', hist)
print("Done")
```

**Figura 9.** Método de la red neuronal para entrenar el modelo del chat bot.

Por último, se crea la clase principal la cual contiene la interfaz del chatbot, en esta se carga el modelo previamente entrenado con la clase anteriormente mencionada, así como también se crean los métodos para crear la interfaz con la que interactuarán los usuarios, ver figura 10.

```
def predict_class(sentence):
    bow = bag_of_words(sentence)
    res = model.predict(np.array([bow]))[0]
    ERROR_THRESHOLD = 0.25
    results = [[i, r] for i, r in enumerate(res) if r > ERROR_THRESHOLD]

    results.sort(key=lambda x: x[1], reverse=True)
    return_list = []
    for r in results:
        return_list.append({'intent': classes[r[0]], 'probability': str(r[1])})

    return return_list

def get_response(intents_list, intents_json):
    tag = intents_list[0]['intent']
    list_of_intents = intents_json['contenido']
    for i in list_of_intents:
        if i['tag'] == tag:
            result = ('Balam: ' + random.choice(i['respuestas']))
            break
    return result

print("Go! Bot is running!")

while True:
    message = input('Tu: ' + "")
    ints = predict_class(message)
    res = get_response(intents, intents)
    print(res)
```

**Figura 10.** Métodos que generan la interfaz con la que interactúan los usuarios.

## Conclusiones.

La temática general se ha centrado en el desarrollo de un chatbot que contiene mecánicas de gamificación, esto para hacer más interactivo el recorrido de los usuarios, ya que les permitirá divertirse durante su recorrido ya se completando desafíos ellos solos o compitiendo contra sus familiares o amigos, así como elementos de narrativa digital al chatbot que servirá como Guía Turístico para las personas que arriben al municipio durante el recorrido del tren maya, esto para hacer más interesante el recorrido e incentivando a los usuarios con mecánicas de juego como lo son Ranks, Medallas, entre otras cosas así como técnicas de narrativa digital, para contar la historia de los lugares emblemáticos del municipio.

Lo que diferencia a este chatbot de los demás es que permite a los usuarios tener mayor interacción con el chatbot, al punto de servir como un guía turístico, que los podrá guiar durante su estancia en el municipio, ya que este les mostrara no solo los lugares turísticos con los que se cuenta, si no también mostrara información sobre negocios, locales, hoteles, restaurantes, puntos de intereses, así como también podrán elegir si prefieren leer la historia de los sitios turísticos o prefieren que se los narre el chatbot.

## Créditos.

Se comparte el crédito con el Doctor Fernando Vera Priego, Docente investigador, quien es líder del proyecto: Por permitir ser parte de este, así como brindarme las herramientas necesarias, así como el conocimiento para llevarlo a cabo.

## Agradecimientos.

Agradezco enormemente al instituto Tecnológico Superior de los Ríos por la formación que me ha brindado a lo largo de los años de la carrera, por la experiencia que adquirí en el transcurso, sobre todo por contar con excelentes docentes que me brindaron el conocimiento y las herramientas necesarias para llevar a cabo el desarrollo del proyecto.

## Referencias Bibliográficas.

- Cerdas Mendez , D.** (2016). *Historia de la Inteligencia Artificial relacionada*. Recuperado el 11 de 01 de 2021, de <http://planetachatbot.com/41a6cda22906>
- Mauldin, M. L.** (1994). ChatterBots, TinyMUDs, and the Turing test: Entering the Loebner prize competition. *AAAI, Vol 94*, 16 - 21.
- McCarthy, J.** (1960). *Programs with common sense*. RLE and MIT Computation.
- Turing, A. M.** (1950). *Computing machinery and intelligence*. *Mind* (Vol. 59(236)).
- Wallace , R. S.** (2009). The anatomy of ALICE. Parsing the Turing Test.
- Weizenbaum, J.** (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM.*, Vol 9(1).

### Información de los autores.



**Aldair José Mendoza Centeno**, estudiante de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Superior de los Ríos. Actualmente estudiante de residencia colaborando en el proyecto Bot conversacional basado en procesamiento de lenguaje natural con narrativa digital y elementos de gamificación.



**Fernando Vera** es Doctor en Ciencias de la Computación por la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Obtuvo el grado de maestría en Ciencias de la Computación en el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Ha presentado su trabajo de investigación en Estados Unidos, Argentina, Costa Rica y México. Realizó una estancia de investigación en *The School of Interactive Arts and Technology (SIAT)*, SFU en Vancouver, Canadá. Ha participado en proyectos de colaboración con empresas de Francia, México y Estados Unidos. Sus intereses de investigación incluyen interacción humano computadora, computo ubicuo, realidad extendida y experiencia de usuario.



**Edna Mariel Mil Chontal**, Maestra en Ciencias en la Computación por el Centro de Investigación y de estudios avanzados del IPN, campus Tamaulipas. Licenciada en Computación por la Universidad Autónoma de Tabasco. Profesora del Instituto Tecnológico Superior de los Ríos y pertenece al cuerpo Académico “Cómputo Distribuido”. Sus áreas de interés son: Sistemas Distribuidos, Procesamiento de Lenguaje Natural y Redes de Próxima Generación.



# **Desarrollo de un sistema de analgesia por vibración en aplicaciones de rehabilitación neuromotriz.**

## **Development of a vibration analgesia system in neuromotor rehabilitation applications.**

Jesús Alejandro Ramírez Guapillo (1).  
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Orizaba.  
[jesusalejandrorg96@hotmail.com](mailto:jesusalejandrorg96@hotmail.com).

Rubén Posada Gómez\* (2). Tecnológico Nacional de México/ CRODE de Orizaba,  
[ruben.pg@crodeorizaba.tecnm.mx](mailto:ruben.pg@crodeorizaba.tecnm.mx).

Albino Martínez Sibaja (3). Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Orizaba,  
[ruben.pg@crodeorizaba.tecnm.mx](mailto:ruben.pg@crodeorizaba.tecnm.mx).

Alberto Alfonso Aguilar Lasserre (4). Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Orizaba,  
[albertoaal@hotmail.com](mailto:albertoaal@hotmail.com).

Miriam Cristina Reyes Fernández (5). Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Orizaba,  
[mcrefer@gmail.com](mailto:mcrefer@gmail.com).

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*El dolor es producido por una señal del sistema nervioso, para señalar que algo dentro o fuera del sistema, no funciona correctamente. Su presencia en los pacientes se ha estudiado ampliamente, a fin de reducirlo y mejorar la calidad de vida de quienes lo padecen. Diversas investigaciones han mostrado que las vibraciones percutáneas pueden generar la interrupción en las señales de dolor que se envían hacia el sistema nervioso central, por lo que se consideran adecuadas para el tratamiento de esta “experiencia sensorial o emocional desagradable”, como la define la Asociación Internacional del Estudio del Dolor. Este artículo presenta el desarrollo de un sistema basado en el uso de las vibraciones, a través de una herramienta que genera una secuencia vibratoria, aplicada en una zona corporal focalizada, durante las sesiones de rehabilitación, para reducir el dolor y permitir que el paciente realice la terapia de una manera más agradable. De igual forma, se muestran los resultados obtenidos durante la prueba del sistema, para conocer y determinar su eficacia en la disminución del dolor, el tiempo de respuesta del paciente tratado y el impacto que tiene durante el tratamiento de la rehabilitación.*

**Palabras clave:** Reducción del dolor, vibración focal, Rehabilitación motriz.

### **Abstract.**

*Pain is caused by a signal from the nervous system, to signal that something, inside or outside the system, is not working properly. Its presence in patients has been studied extensively, in order to reduce it and improve the quality of life of sufferers. Different investigations have shown that percutaneous vibrations can generate the interruption in*

*the pain signals that are sent to the central nervous system, therefore, they are considered adequate for the treatment of this “unpleasant sensory or emotional experience”, as defined by the "International Association for the Study of Pain". This paper presents the development of a system based on the use of vibrations, through a tool that generates a vibratory sequence, applied to a focused body area, during rehabilitation sessions, to reduce pain and allow the patient to perform therapy in a more pleasant way. In the same way, the results obtained during the system test are shown, to know and determine its effectiveness in reducing pain, the response time of the treated patient and the impact it has during the rehabilitation treatment.*

**Keywords:** Pain reduction, focal vibration, motor rehabilitation.

## 1. Introducción.

La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor, lo define “una experiencia sensorial o emocional desagradable, asociada a un daño tisular, real o potencial”, de manera que el dolor da la señal de advertencia ante una situación en la que es posible un daño. Se han realizado muchos estudios sobre el tema; por otro lado, se ha utilizado fármacos, rehabilitación, anestesia, procedimientos quirúrgicos, ergoterapia, buscando mejorar la calidad de vida de las personas, mitigando o eliminando el dolor. (Murillo et al., 2014),(Saggini et al., 2017) (L. Maroto & M. Muñoz, 2014).

En este sentido, se ha comprobado la utilidad de las vibraciones percutáneas en la mitigación del dolor, debido a sus propiedades de analgesia, así como también, sus beneficios en el entrenamiento físico, apoyando el crecimiento muscular y la fuerza (Martínez-Pardo et al., 2015).

El uso de las vibraciones como tratamiento se remonta a 1880, cuando el neurólogo francés Jean-Martin Charcot, observó que los pacientes que sufrían Parkinson, tenían una reducción en su temblor después de una cabalgata. A partir de esto, se desarrolló el primer mecanismo que permite la reproducción de vibraciones semejantes a las generadas por la silla de montar.(Saggini et al., 2017).

Los receptores corpúsculos, que detectan las vibraciones en el cuerpo, se clasifican en dos grupos: los corpúsculos de Meissner, que perciben la sensibilidad para el tacto suave (30-40Hz), y los corpúsculos Pacini, que se encargan de la detección de las vibraciones rápidas y las presiones mecánicas profundas, con frecuencias que rondan los 250hz (Saggini et al., 2017), (Morishita et al., 2018),(Gonzalez, 2012).

Cabe mencionar que hay partes del cuerpo humano que pueden amplificar la intensidad de una vibración recibida, por la propiedad de resonancia. Tórax y abdomen, por ejemplo, son partes importantes de estudio debido al efecto resonante que se genera a frecuencias entre los 3 y 6Hz. Por esta razón, esta área constituye un punto clave para la aplicación de las vibraciones focales utilizadas en este prototipo. (Soto, 2012), (Facultad de Ingeniería industrial, 2011).

## 2. Métodos.

Para el desarrollo de este prototipo, se contempló la utilización de un motor vibratorio con desbalance en el vástago, por lo que se midieron los parámetros eléctricos del mismo. Estos datos sirvieron para el desarrollo del encapsulado, que se hizo con el software AutoCAD, y fue impreso en 3D, usando plástico PLA (ácido Poliláctico). Tras varias pruebas se logró un diseño viable para el manejo del motor vibrador en el prototipo funcional.

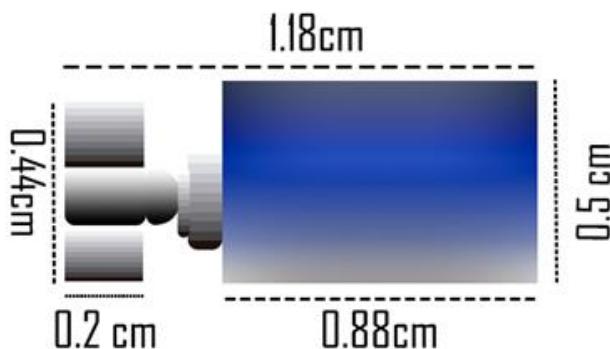
Con el fin de fijar el elemento vibrante se eligió un parche adherente, para la trasmisión de las señales en la zona del cuerpo humano preseleccionada. Después, con el fin de llevar a cabo las pruebas de sensibilidad, se definieron los elementos a utilizar.

Para estas pruebas, se utilizaron tres objetos distintos, que provocaron reacciones en el sujeto de prueba: un objeto punzante, un trozo de tela y un bolígrafo, este último, fue considerado el estímulo promedio, y permitía comparar las sensaciones de manera más objetiva.

### 3. Desarrollo.

El primer paso del desarrollo de este dispositivo, fue obtener los valores eléctricos del motor, siendo su impedancia de 38 Ohms, 5V de voltaje y 350 mA, requeridos para iniciar su función. Ofrece 18500 rpm, una aceleración en la vibración por si solo de 5.2m/s<sup>2</sup> y sus medidas físicas se muestran en la figura 1:

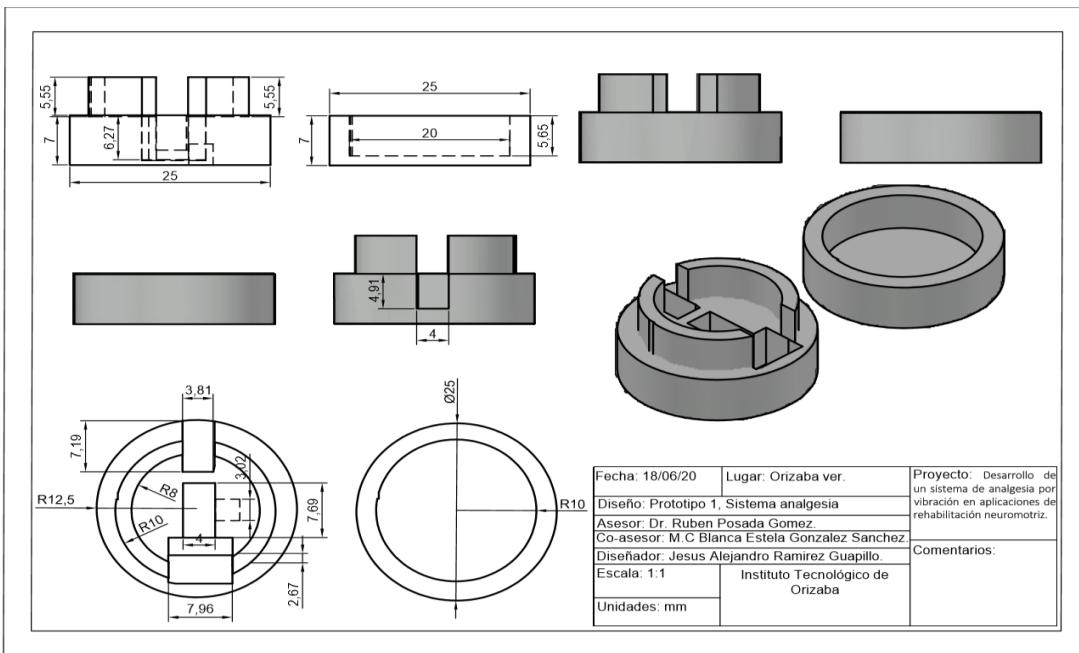
Después tomando en cuenta las medidas y requerimientos del motor vibrador, se diseñó e imprimió una carcasa, con plástico PLA. (Figura 2).



**Figura 1.** Motor vibrador implementado.

En seguida, se colocó dentro de la carcasa, dejando un espacio libre para el vástagos, para poder trasmisir la vibración y poder moverse de manera libre. Sin embargo, se observó que el encapsulado genera una atenuación en la aceleración de la vibración hasta 3.8m/s<sup>2</sup>.

El motor vibrador se excita mediante un voltaje de alimentación de 10 volts con las respectivas adecuaciones eléctricas, en este caso se colocó un divisor de voltaje con resistencias de 5 W y un diodo de protección para corriente de retorno parásita.



**Figura 2.** Planos de encapsulado para prototipo 1 de elemento.

Para la adhesión del dispositivo se implementaron parches de electrodos. Los electrodos con adherente en la superficie permiten la transmisión de las vibraciones a puntos específicos del cuerpo, conocidas como vibraciones focales (Figura 3).

Para la prueba inicial, se contó con la participación de tres sujetos, de características variadas, quienes por su propia voluntad accedieron a participar en ella. Se les indicó que recibirían estímulos en el brazo derecho.

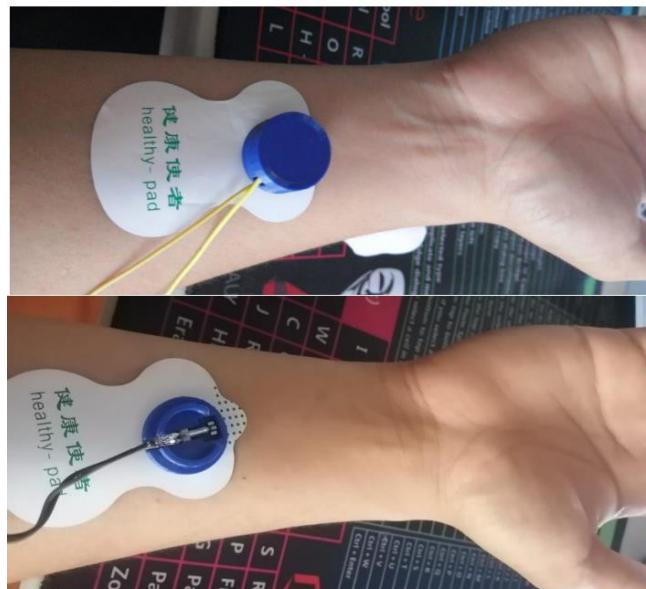
Los estímulos fueron generados utilizando tres objetos distintos: uno de ellos, era un objeto punzocortante, para dar un estímulo más fuerte; el segundo, era un trozo de tela suave, para ver la respuesta a un estímulo suave; el último, era un bolígrafo, como estímulo promedio.

Se aplicaron los estímulos a cada sujeto de prueba, antes de aplicar el motor vibrador. Se pidió a cada uno de ellos que definiera, en escala del 0 al 10, el nivel de percepción del elemento, con los ojos vendados, siendo 0 la pérdida de sensibilidad, y 10 la percepción completa. Tras la estimulación, se colocaron los electrodos del prototipo, por un lapso de dos minutos.

Los datos obtenidos de los sujetos de prueba, antes de la aplicación de las vibraciones (color azul) y durante su aplicación (color verde), se observan en la tabla 1. La percepción del dolor en cada uno de los sujetos varía notablemente tras haber recibido las vibraciones, disminuyendo la sensibilidad al dolor.

**Tabla 1.** Resultados de la estimulación de los 3 sujetos de prueba.

Sensibilidad en una escala de 0 al 10.						
Estímulos.	Sujeto 1.		Sujeto 2.		Sujeto 3.	
Objeto punzante.	8	5	8	8	8	6
Trozo de tela.	7	3	6	2	5	0
Lapicero.	6	3	7	4	6	2



**Figura 3.** Prototipo adherido al brazo del sujeto de prueba.

Es importante mencionar que se dijo a los sujetos de prueba que habría un estímulo con algún elemento; el cual no existía, con el fin de eliminar el efecto de la influencia imaginaria ante alguna respuesta. Con esto, pudo observarse que cada elemento que participó en el experimento presenta una valoración objetiva ante los verdaderos estímulos.

### Conclusiones.

La estimulación mediante un elemento vibratorio, por un período determinado, puede reducir la sensibilidad de las personas; variando de acuerdo al tipo de estimulación, y del umbral de dolor de la persona misma.

Este prototipo atenúa las vibraciones, ocasionado por la estructura y adherencia del parche utilizado, pasando de una aceleración de  $5.2\text{m/s}^2$  a  $2.4\text{m/s}^2$ . A pesar de ello, se logra aminorar la sensación del dolor indicada por el sujeto de prueba, confirmando así la capacidad de analgesia de las vibraciones. En este caso, se hará la mejora del prototipo para obtener el máximo beneficio las vibraciones, trasmitiéndolas de una manera más eficiente.

La utilidad de la analgesia mediante las vibraciones, hará más fácil a una persona llevar a cabo ciertas actividades, aquellas incómodas como la vacunación, caminar teniendo parkinson, disminución del dolor muscular tardío, actividades en una rehabilitación motriz, etc.

### Agradecimientos.

Este proyecto ha sido desarrollado con el apoyo del Tecnológico Nacional de México campus Tecnológico de Orizaba y CRODE de Orizaba, así como del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACyT.

### Referencias Bibliográficas.

**Facultad de Ingeniería industrial, L. de P. (2011).** Vibración protocolo curso de condiciones de trabajo. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

**Gonzalez, P. A. (2012).** Los corpusculos sensitivos en los vertebrados: corpusculos de Meissner y Pacini en humanos y otros primates.

**L. Maroto, A. M., & M. Muñoz, N. S. (2014).** Dolor. Definición y Clasificación. In Ilustre Colegio Oficial de Médicos de Segovia. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2005.03.004>

**Martínez-Pardo, E., Martínez-Ruiz, E., Alcaraz, P. E., & Rubio-Arias, J. A. (2015).** Efectos de las vibraciones de cuerpo completo sobre la composición corporal y las capacidades físicas en adultos jóvenes físicamente activos. Nutricion Hospitalaria, 32(5), 1949–1959. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9672>

**Morishita, S., Sai, K., Maeda, S., Kuwahara-Otani, S., Minato, Y., & Yagi, H. (2018).** Distribution of Pacini-Like Lamellar Corpuscles in the Vascular Sheath of the Femoral Artery. Anatomical Record, 301(11), 1809–1814. <https://doi.org/10.1002/ar.23934>

**Murillo, N., Valls-Sole, J., Vidal, J., Opisso, E., Medina, J., & Kumru, H. (2014).** Focal vibration in neurorehabilitation. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 50(2), 231–242. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24842220>

**Saggini, R., Bellomo, R. G., & Cosenza, L. (2017).** Vibration in Neurorehabilitation: a narrative review. Medical Research Archives. <https://doi.org/10.18103/mra.v5i11.1563>

**Soto, A. D. Á. (2012).** Procedimiento de Evaluacion de Riesgos Ergonomicos y psicosociales [Procedimiento de Evaluacion de Riesgos Ergonomicos y psicosociales]. In Universidad de Almeria (Ed.), Universidad de Almeria. <https://w3.ual.es/GruposInv/Prevencion/evaluacion/procedimiento/descargacompleta.pdf>

### Información de los autores.



**Jesús Alejandro Ramírez Guapillo** es Ingeniero en Electrónica y Maestro en Ingeniería Electrónica por el Instituto Tecnológico de Orizaba.



**Rubén Posada Gómez** es Ingeniero en Electrónica egresado del Instituto Tecnológico de Orizaba. Obtuvo el grado de Maestría en Ingeniería Electrónica con especialidad en Bioelectrónica en el CINVESTAV y el Doctorado en Automatización y Procesamiento de Señales en el INPL, Francia.



**Albino Martínez Sibaja** es Ingeniero en Industrial por el Instituto Tecnológico de Veracruz, Obtuvo el grado de Maestro en ciencias y el Doctorado en Ingeniería Electrónica en el CENIDET.



**Alberto Alfonso Aguilar Lasserre** es Ingeniero en Mecánica-Eléctrica por la Universidad Veracruzana, Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial por el Tecnológico de Orizaba y el Doctorado en Ingeniería de Procesos y Medio Ambiente por el Institut National Polytechnique de Toulouse, Francia.



**Miriam Cristina Reyes Fernández** es Doctorante en Ciencias de la Ingeniería, Maestra en Ingeniería Electrónica y Licenciada en Informática por el Instituto Tecnológico de Orizaba.



# **Diseño conceptual de un sistema embebido portátil medidor de frecuencia cardiaca.**

## **Conceptual design of a portable embedded heart rate monitor.**

Jocelyn Alondra Alfaro Fuentes (1).

Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec  
[fuentes.joce15@gmail.com](mailto:fuentes.joce15@gmail.com).

Iván González Ponciano (2). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,  
[ivan\\_ponciano911@hotmail.com](mailto:ivan_ponciano911@hotmail.com).

Mauricio Luna Calva\* (3). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,  
[mauricio.lun4@hotmail.com](mailto:mauricio.lun4@hotmail.com).

Donovan Jirov Maldonado Villaseñor (4). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [donovan11.maldonado@gmail.com](mailto:donovan11.maldonado@gmail.com).

Derlis Hernández Lara (5). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,  
[dderlis-lara@tese.edu.mx](mailto:dderlis-lara@tese.edu.mx).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*La enfermedad cardiovascular (ECV) es un grupo de trastornos del corazón y los vasos sanguíneos, son la principal causa de muerte en todo el mundo. Las enfermedades cardiovasculares afectan a los países de ingresos bajos y medianos en mucha mayor medida: más del 80% de las muertes por esta causa ocurren en estos países. El 80% de los infartos de miocardio y los accidentes cerebrovasculares prematuros (ACV) se pueden prevenir. El 75% de las muertes causadas por enfermedades cardiovasculares ocurren en países de ingresos bajos y medianos (OMS, 2020). Este artículo presenta el uso de un sistema portátil para medir y tener un registro conciso del pulso cardíaco de las personas que tienen una afección cardíaca o necesitan realizar un seguimiento rápido y constante. Se diseñó e implementó un sistema inalámbrico portátil que medirá la frecuencia cardíaca, el dispositivo es portátil para poder llevarlo a todas partes fácilmente.*

**Palabras clave:** Enfermedades cardiovasculares, Sistema portátil, Despliegue de la función de calidad.

### **Abstract.**

*Cardiovascular disease (CVD) is a group of disorders of the heart and blood vessels. They are the leading cause of death worldwide. Cardiovascular disease affects low and middle-income countries to a much greater extent: more than 80% of deaths from this cause occur in these countries. 80% of myocardial infarctions and premature stroke (Stroke) are preventable. 75% of deaths caused by CVD occur in low- and middle-income countries. This article presents the use of a Portable System to Measure and have a concise record of the heart pulse of people who have a*

*heart condition or need to keep track of it quickly and constantly. It is proposed to designed and implemented a portable wireless system that will measure the heart rate, the device will be portable to be able to take it everywhere easily.*

**Keywords:** Cardiovascular diseases, Portable system, Quality function deployment.

## 1. Introducción.

Del presente año 2021 al año 2030, casi 23,6 millones de personas morirán por alguna enfermedad cardiovascular, principalmente por cardiopatías y accidentes cerebro vasculares. Se prevé que estas enfermedades sigan siendo la principal causa de muerte (OMS, 2020). Las enfermedades cardiovasculares son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos son la principal causa de defunción en todo el mundo. Las enfermedades cardiovasculares afectan en mucha mayor medida a los países de ingresos bajos y medianos: pues el mayor número de las defunciones por esta causa se producen en esos países. La mayoría de los infartos de miocardio y de los Accidentes Cerebrovasculares prematuros son prevenibles. Algunos de los dispositivos o sistemas para medición de frecuencia cardíaca suelen tener aspectos muy complicados a la hora de utilizarse, es por ello por lo que este trabajo tiene como objetivo principal diseñar un Sistema Embebido Portátil Medidor de Frecuencia Cardíaca, hecho a medida de los consumidores y resolviendo todas las problemáticas antes planteada con lo que se pretende plantear un diseño fácil de utilizar, fácil de transportar, resistente a caídas y golpes, así como de larga durabilidad.

La frecuencia cardíaca en reposo es la que bombea la menor cantidad de sangre necesaria, porque no está haciendo ejercicio. Si el paciente se encuentra sentado o tumbado y está tranquila, relajada y no está enferma, su frecuencia cardíaca suele estar entre 60 y 100 latidos por minuto (Asociation A.H., 2015). Medir y tener un registro conciso del pulso cardíaco de las personas que presenten algún padecimiento del corazón o requieran llevar un control de este de forma rápida y constante, planteando un diseño fácil de utilizar, cómodo de transportar, resistente a caídas y golpes, así como de larga durabilidad. Llevar a cabo el cuidado correcto de la frecuencia cardíaca que envía el corazón, es una tarea difícil, es por ello por lo que el sistema embebido que se pretende implementar ayudará a tener un control total de la enfermedad cardiovascular y así prevenir a tiempo infartos provocados por la misma. El dispositivo que se implementará busca fomentar la cultura del cuidado de la salud, además de tener un control e informar a la persona sobre frecuencia cardíaca. Lo anterior mejora la calidad de vida de las personas que sufren enfermedades cardiovasculares.

## 2. Metodología.

El presente trabajo se basa en la metodología QFD (del inglés, *Quality Function Deployment*), para el desarrollo del diseño del dispositivo, con la cual se obtendría un producto de calidad adaptándose a las necesidades de los usuarios. (Piquerias, 2016). Identificar los requerimientos deseables, es fundamental para saber que otros factores pueden ser incluidos en el dispositivo, para adaptarlos al sistema deberán estar en orden de importancia, sin embargo, no se tomarán en cuenta todos aquellos puntos que puedan dañar o modificar por completo al sistema. Los requerimientos/requisitos de un sistema describen los servicios que ha de ofrecer el sistema y las restricciones asociadas a su funcionamiento (Granada, 2019). Para obtener el cálculo se utilizan dos valores de comparación.

Una vez identificados los requerimientos deseables ubicados en la TABLA I se consideran para saber su orden de importancia en el sistema y establecer cuáles son más prioritarios para ser incluidos en el diseño como se presenta en la TABLA II.

- (+). El requerimiento de comparación es más importante.
- (-). El requerimiento de comparación no es más importante.

Considerando los valores de comparación, se calculan los pesos relativos de cada requerimiento deseable, mediante la ecuación (1), donde  $\sum (+)$ , es el número de veces que el requerimiento fue más importante respecto a los demás, concluyendo en la ecuación (1).

$$Ir(\%) = \frac{\Sigma^+}{Total} * 100; \text{ Valor relativo del requerimiento} \quad (1)$$

### A. Determinación y clasificación de los requerimientos del cliente.

Establecer las necesidades del cliente, es fundamental para la optimización, el proceso de diseño del proyecto y su satisfacción. Algunos pacientes que son detectados con enfermedades cardiovasculares no son orientados correctamente sobre el proceso de su enfermedad, no están bien informados sobre los riesgos que el mal control de la enfermedad puede llegar a ocasionar.

Existen algunas medidas que el usuario puede tomar para evitar que la enfermedad se desarrolle o bien, poder prevenirla con tiempo (Rodríguez, 2019). Los requerimientos presentados en la TABLA I, se obtuvieron de encuestas en línea hacia las personas que padecen enfermedades cardiovasculares a partir de 15 años, a los cuales se les preguntó: ¿Qué características debería tener un dispositivo que mida la frecuencia cardiaca? Esto especialmente en adultos mayores que viven solos, personas que no reciban la atención de cuidado por otras personas o en cualquier otra circunstancia. De los resultados obtenidos en la encuesta, se registró la clasificación de requerimientos tanto obligatorios como deseables, los cuales tienen una clasificación por letras (A, B, C, D) siendo A los requerimientos más importantes y D menos relevantes, sin embargo, considerados para el proyecto.

**Tabla 1.** Clasificación de Requerimientos.

Obligatorios	Deseables
<b>A1.</b> - El sistema deberá poder ser manipulado por cualquier usuario.	<b>A5.</b> - El sistema deberá conectarse a cualquier red de internet.
<b>A2.</b> - El sistema deberá medir la frecuencia cardiaca.	<b>A6.</b> - El dispositivo deberá tener un costo de producción menor a los \$800.
<b>A3.</b> - El sistema deberá manejarse mediante un dispositivo móvil	<b>D1.</b> - El dispositivo deberá tener una comunicación con dispositivos vinculados a él, para contactar en cualquier emergencia.
<b>A4.</b> - El sistema deberá ser portátil.	<b>D2.</b> - El dispositivo deberá ser resistente al agua.
<b>B1.</b> - El dispositivo deberá ser ligero y fácil de transportar.	<b>D3.</b> - El dispositivo deberá funcionar con energía solar.
<b>B2.</b> - El dispositivo deberá emitir una señal cuando la frecuencia cardiaca este elevada.	<b>D4.</b> - El dispositivo deberá tener la tecnología GPS
<b>B3.</b> - El dispositivo deberá funcionar sin estar conectado a una red de internet.	<b>D5.</b> - El dispositivo deberá ser resistente a cualquier caída de 2 metros.
<b>B4.</b> - El dispositivo deberá tener materiales de calidad, duraderos, que afecten lo menos posible al medio ambiente.	<b>D6.</b> - El dispositivo deberá ser ligero y no pesado para el cómodo transporte del usuario.
<b>B5.</b> - El dispositivo deberá contactar a un hospital en caso de que la frecuencia cardíaca se eleva.	<b>D7.</b> - El dispositivo deberá contar con una alarma como despertador.
<b>C1.</b> - El dispositivo deberá detectar diferentes padecimientos.	<b>D8.</b> - El dispositivo deberá tener un asistente de voz, para recibir la información sobre su estado actual.

**Tabla 2.** Ponderación de los requerimientos deseables en orden de importancia.

Orden de importancia	Requerimientos Deseables	$\Sigma(+)$	Ir (%)
1	<b>A3.-</b> El sistema deberá manejarse mediante un dispositivo móvil.	5	33.3
2	<b>A5.-</b> El sistema deberá conectarse a cualquier red de internet.	4	26.6
3	<b>A7.-</b> El dispositivo deberá tener un costo de producción menor a los \$800.	3	20
4	<b>B5.-</b> El dispositivo deberá contactar a un hospital en caso de que la frecuencia cardiaca se eleve.	2	13.6
5	<b>C1.-</b> El dispositivo deberá detectar diferentes padecimientos.	1	6.6
6	<b>D1.-</b> El dispositivo deberá tener una comunicación con dispositivos vinculados a él, para contactar en cualquier emergencia.	0	0
	<b>Total =</b>	15	100

### B. Traducción de los requerimientos a términos mensurables de ingeniería.

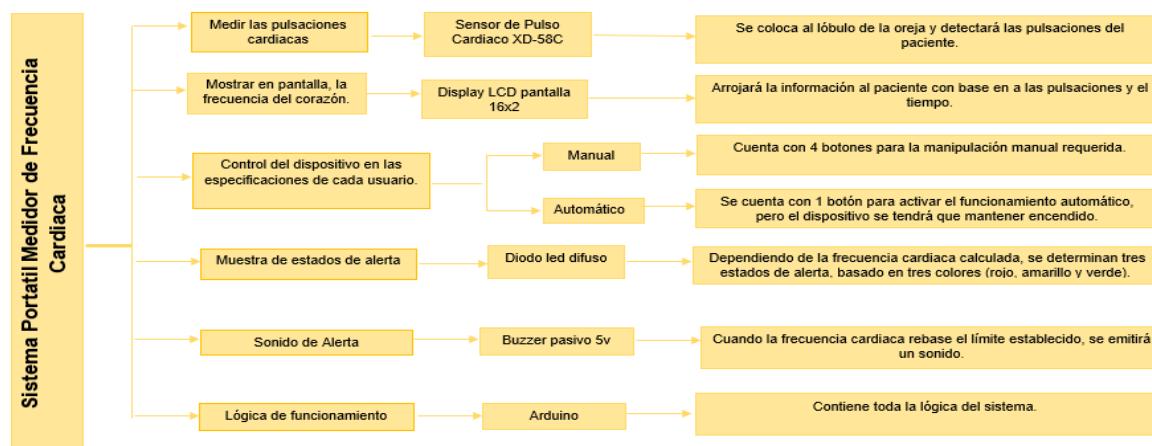
Integrar los requerimientos del cliente con el proceso de diseño, tratando de convertir las preguntas, opiniones y deseos en un lenguaje que sea concreto y pueda medirse.

#### Metas de diseño.

- Hacer que el dispositivo sea totalmente portátil.
- Medir la frecuencia cardiaca.
- Alertar a la persona cuando la frecuencia cardiaca este elevada.
- Observar la frecuencia que envía el corazón.
- Optimizar el funcionamiento del dispositivo, con una batería de 2000 mAh.

### C. Análisis funcional del sistema.

En el análisis funcional se detallan todas aquellas funciones que el sistema debe cumplir, para esto se delimita la función global o principal del sistema y las subfunciones que se tienen que realizar para que ésta se pueda llevar a cabo. La función global de servicio del sistema en el proceso de diseño describe el papel a desempeñar del mismo, para lo cual se apoya de funciones de servicio (Robers, 2018) son todas aquellas acciones que serán realizadas por la máquina o sistema que se va a diseñar para dar solución a la necesidad planteada, y que pueden ser globales o de uso, como se muestra en la Figura 1.

**Figura 1.** Árbol de funciones del diseño conceptual propuesto.

#### D. Generación y evaluación de conceptos.

En la TABLA III se representa una evaluación basada en matrices de decisión, en la cual se extraen los requerimientos que se desean basándose en el concepto A como punto principal y como punto de comparación para verificar si un concepto cumple de mejor manera el requerimiento se colocará un signo (+) y si lo cumple de igual o menor forma se colocará un signo (-), lo cual se puede observar en los conceptos B y CD. Una vez realizados los filtros el concepto ganador es B, este concepto se parte en dos partes, *Software* y *Hardware*. En el *software* desarrollamos una aplicación que en el momento que se dé una emergencia por síntomas elevados de la frecuencia cardiaca se notificará al cliente su estado actual, de igual forma si la situación pasa a una situación más grave se programó el sistema para que pueda notificar a un hospital que está en situación de riesgo y de igual manera se notifica a los dispositivos móviles vinculados al sistema. Por otro lado, se puede programar un cronómetro en caso de que el cliente salga a ejercitarse y medir su frecuencia cardiaca en determinado tiempo y como ya mencionado, checar su estado actual. Del lado del *hardware*, se implementó un Arduino Uno R3, como principal conexión al sistema, seguido de una LCD 16x2 para verificar los diferentes estados que se pueden presentar, se tenga factibilidad y buen manejo del sistema para el cliente.

**Tabla 3.** Evaluación basada en matrices de decisión.

FUNCIONES	Conceptos			
	Calificación relativa	A	B	CD
<b>A3.-</b> El sistema deberá manejarse mediante un dispositivo móvil.	33.3	*	+	+
<b>A7.-</b> El dispositivo deberá tener un costo de producción menor a los \$800.	20	*	+	-
<b>A5.-</b> El sistema deberá conectarse a cualquier red de internet.	26.6	*	+	+
<b>D1.-</b> El dispositivo deberá tener una comunicación con dispositivos vinculados a él, para contactar en cualquier emergencia.	0	*	+	+
<b>C1.-</b> El dispositivo deberá detectar diferentes padecimientos.	6.6	*	+	+
<b>B5.-</b> El dispositivo deberá contactar a un hospital en caso de que la frecuencia cardiaca se eleve.	13.6	*	+	-
$\sum^+$		*	6	4
Mejor concepto (Ranking)		2	1	3

### 3. Desarrollo y resultados.

En el siguiente Pseudocódigo 1 se muestra la lógica implementada, cabe mencionar que este programa se ejecuta cada vez que el usuario desee medir la frecuencia cardiaca.

Para la simulación del sistema propuesto, se tomará en cuenta un diseño amigable y cómodo para el usuario. Conforme al estudio realizado este dispositivo cuenta con los siguientes materiales:

- Cuatro botones para funciones principales del mismo.
- Tres LED's de estado de pulso cardiaco.
- Una bocina para alertar un nivel de riesgo alto.
- Una pantalla LCD modelo LM044L que mostrara las funciones y diferentes alertas del medidor al paciente.
- Un botón de paro de alarma en caso de que el paciente ya esté siendo atendido después de una situación de emergencia.
- Un sensor de pulso cardiaco para Arduino
- Arduino Simulino Uno ATMEGA328p para llevar el control de los procesos del sistema.
- Power Bank de 5V para la alimentación del dispositivo.

**Pseudocódigo 1. Proceso de funcionamiento del sistema medidor de frecuencia cardiaca.**

1. Declarar y configurar pines de entrada y salida /\*Inicio del programa\*/
2. Espera de Acción inicial (pulsaciones).
3. El cronometro comienza a contar.
4. Durante el conteo se calcula la frecuencia en base a las pulsaciones
5. Fin del conteo.
6. Análisis de información.
7. Arroja fecha y hora de la prueba.
8. Muestra los latidos por minuto.
9. Recibir información.
10. Ejecutar proceso.
11. Mostrar los resultados en pantalla.
12. Nivel de frecuencia cardiaca máximo.
13. Nivel de frecuencia promedio.
14. Fecha y hora actual de la prueba.
15. Edad del paciente.
16. Pulsaciones por minuto.
17. Proceso de Estados
18. Fin y reinicio del sistema.

Después de haber simulado el sistema, se visualiza la información en la (LCD del inglés, *Liquid Cristal Display*), aquí se muestran los diferentes estados posibles de la salud del usuario, el cual lo hacen amigable con el usuario. Este proyecto tiene como ventajas la facilidad de movilidad, es ligero, tiene una mayor ergonomía, es más intuitivo, mayor autonomía gracias a su batería, el dispositivo saldría en el mercado con un costo de \$850.00 MXN.



**Figura. 2.** Sensor de FC para Arduino.

El sensor que se muestra en la Figura 2 deberá combinar un simple sensor de frecuencia cardíaca óptica con amplificación, y un circuito de cancelación de ruido haciendo que las lecturas de pulso sean fiables, fáciles y rápidas de obtener. Además, necesita solo 4 mA de corriente a 5 V, lo que lo hace ideal para aplicaciones móviles. Se tiene que sujetar el sensor de pulso en el lóbulo de la oreja y conectarse con el Arduino de 3 V o 5 V y ya está listo para leer la frecuencia cardíaca. El cable del sensor de pulso, de 61 cm (24"), está terminado con conectores macho estándar así que no se necesita soldadura.

A continuación, se muestran las fórmulas más comunes para el cálculo de frecuencia cardiaca o pulsaciones por minuto, pues estas varían desde los inicios de la evaluación de estas, siendo el primero en calcular la FCM el Dr. Robson en 1938, que estableció la fórmula (2), aunque la fórmula más utilizada, al menos a nivel usuario, suele ser la mostrada en la fórmula (3). siendo ésta bastante simple, como puedes ver, por lo que faltan variables que nos lleven a un resultado más acertado, en 2001, Tanaka propuso una nueva fórmula para calcular la FCM en adultos fórmula (4). Además de estas fórmulas hay muchas más que quizás difieren en algún dígito de las anteriores, pero estas son las tres que más se utilizan (Vitónica, 2014).

$$FCM = 212 - (0.775 * edad); \text{ Frecuencia cardiaca por minuto (Robson)} \quad (2)$$

$$FCM = 220 - edad; \text{ Frecuencia cardiaca por minuto (Más común)} \quad (3)$$

$$FCM = 208.75 - (0.73 * edad); \text{ Frecuencia cardiaca por minuto (Tanaka)} \quad (4)$$

En las siguientes figuras se muestra la simulación del prototipo virtual para el proyecto propuesto, en la Fig. 3 se observa cuando el pulso del usuario está estable, en la Figura 4 cuando la frecuencia es media y en la Figura 5 en estado de alerta. Mientras que en la Figura 6 se presenta una prueba física del circuito y su conexión.

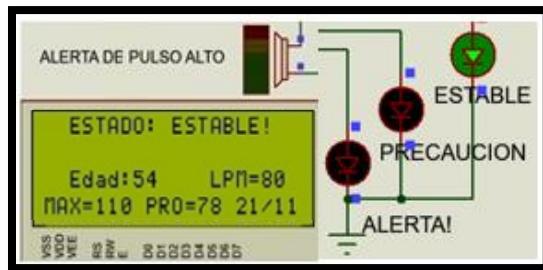


Figura 3. Simulación en LCD, ejemplo de frecuencia estable.



Figura 4. Ejemplo de frecuencia media.

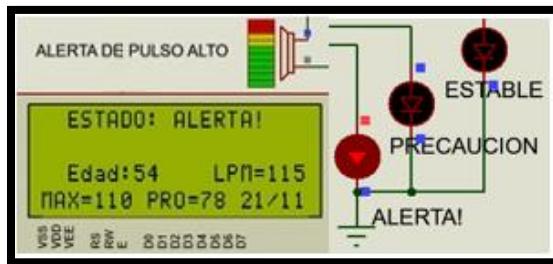
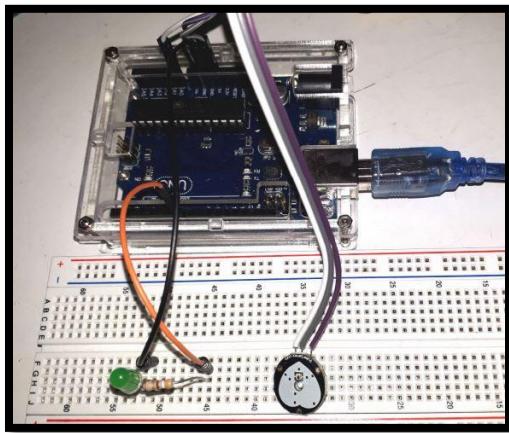


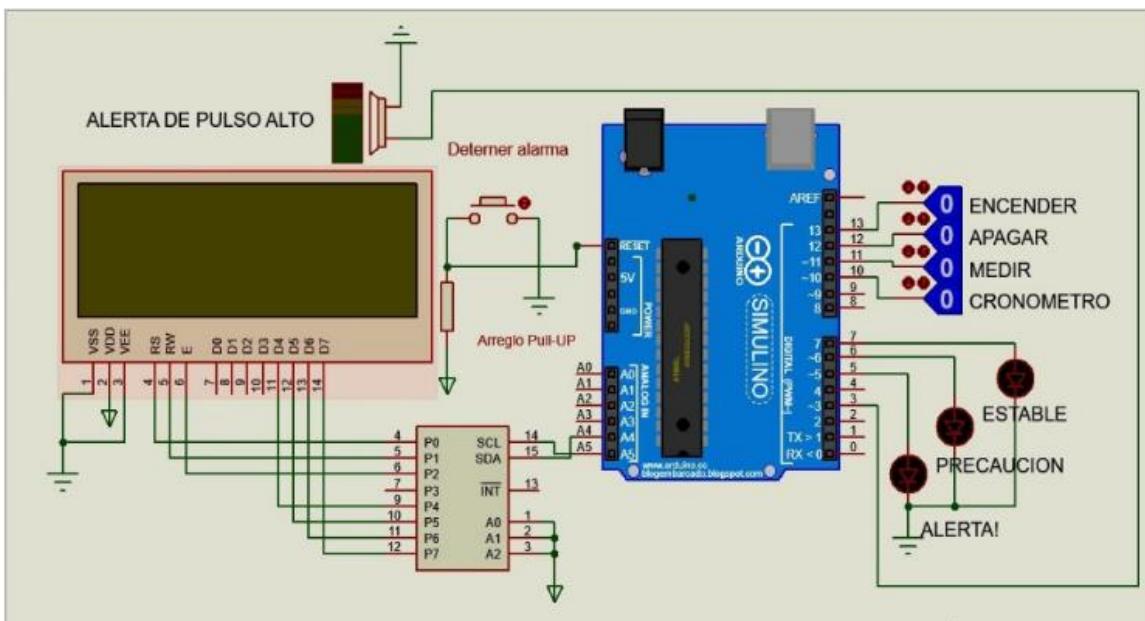
Figura 5. Ejemplo de alerta de frecuencia.



**Figura 6.** Diseño en físico del prototipo.

Después de la simulación y de analizar los datos se pueden interpretar los diferentes niveles de riesgo en el pulso cardíaco del usuario y los valores de referencia a pulsaciones por minuto, esto sucede estando en reposo y varían dependiendo la edad divididos entre hombres y mujeres, de igual forma el número de pulsaciones por minuto al ser representadas sobre el tiempo nos dan la frecuencia cardiaca.

La frecuencia cardiaca es un parámetro que mide el número de veces que late el corazón en un minuto y se expresa en pulsaciones por minuto (ppm). Y la FCR corresponde al número de latidos que se tiene idealmente tomados a primera hora de la mañana en reposo. Se considera «normal» una frecuencia cardíaca en reposo entre las 50 y las 100 pulsaciones por minuto para cualquier persona, pero existen algunos factores importantes que hay que tener en cuenta para analizar este dato que es muy relevante para medir el nivel de condición física. En la Figura 7 se presenta un diagrama esquemático de conexión del sistema propuesto para medir la frecuencia cardiaca. Los niveles de frecuencia cardíaca pueden depender de la edad y del sexo, entre otras variables, para determinar entre inadecuado, normal, bueno y excelente (Trainer, 2019).



**Figura 7.** Ejemplo de diagrama esquemático del Sistema Medidor de Frecuencia Cardiaca.

## Conclusiones.

Se creó el diseño conceptual de un Sistema Embebido medidor de frecuencia cardiaca, el cual pretende ser pequeño y práctico para la comodidad del usuario, además contará con algunos estados que facilitarán la detección de una situación de emergencia, de esta manera anticipar con tiempo una emergencia. Además, el presente trabajo se desarrolló utilizando la metodología QFD, con el objetivo de obtener un diseño conceptual que cumpla con los requerimientos obligatorios del cliente y a la vez algunos de los deseables. De igual forma, el modo alerta, contará con una bocina que avisará en caso de que la persona se encuentre en mal estado al no poder avisar por su cuenta propia debido a la situación, este sistema lo hará por él. Llegando así al objetivo deseado. En este proyecto se observa la manera en la que se puede juntar la tecnología con la vida diaria de una persona y así mismo darle un beneficio a la calidad de vida de alguien que lo necesite en su vida cotidiana.

## Agradecimientos.

Los autores agradecen al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en específico a la división de Ingeniería Informática por el apoyo brindado.

## Referencias bibliográficas.

- OMS. (2020).** *Prevención y control de las enfermedades cardiovasculares.* Ciudad de México: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2020).** *Análisis de Resultados para Cardiopatías.* Ciudad de México: OMS.
- Asociation A.H. (2015).** *Acerca de la frecuencia cardiaca (pulso).* Dallas, Texas: AAH.
- Piquerias, V. Y. (2016).** *QFD: Despliegue de la Función de Calidad.* Valencia, España: Universidad Politécnica de Valéncia.
- Granada, U. d. (2019).** *Especificación de Requerimientos de Bases de Datos.* Granada, España: DECSAI.
- Rodríguez, K. V. (2019).** *Acciones para Prevenir y Atender Enfermedades Cardiovasculares.* Jalisco, México: TZMG.
- Robers, R. J. (2018).** *Funciones de Relación para la Vida Diaria.* GlobalespVidadiaria.
- Vitónica. (2014).** *Fórmula para medir FCM .* Madrid, España.
- Trainer. (2019).** *Frecuencia Cardiaca un Aspecto a Tener muy en Cuenta.* RBTrainer.

### Información de los autores.



**Jocelyn Alondra Alfaro Fuentes**, Egresada de Colegio de Bachilleres plantel 1 "El Rosario". Actualmente es estudiante de Ing. informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son las bases de datos, desarrollo de páginas web y el desarrollo de aplicaciones web.



**Iván González Ponciano**, Estudiante de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, cuenta con título técnico en Informática por parte del IPN Cecyt 12, participe en diversos eventos de innovación y tecnología, así como reconocimiento en eventos tecnológicos. Sus principales áreas de interés son la implementación de sistemas embebidos, sistemas computacionales, bases de datos y desarrollo de aplicaciones.



**Mauricio Luna Calva**, Egresado de la Escuela Preparatoria Oficial No. 12 del Estado de México (EPOEM 12) en el año 2017. Actualmente es estudiante de Ing. Informática del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Cuenta con diversas participaciones en concursos de tecnología, ciencia e innovación. Las áreas de estudio por las que se interesa son la inteligencia artificial y la aplicación de la ingeniería en la industria aeroespacial e industria automotriz.



**Donovan Jirov Maldonado Villaseñor**, Estudiante del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, carrera Ing. Informática. egresado del DGETI No. 54 Guadalupe Victoria cuenta con título técnico en Técnico en Programación. Sus principales intereses de la Ing. Informática son la seguridad informática y la interconectividad de redes.



**Derlis Hernández Lara**, Ing. en robótica industrial egresado de la ESIME UA (2011) y M. en C. en ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales por parte del CIC (2014) en el Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec y de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Sus áreas de interés son la aplicación de metaheurísticas para el diseño y optimización en ingeniería, la implementación de sistemas embebidos para garantizar la seguridad alimentaria, inteligencia artificial y la robótica.



# Diseño de alarma de seguridad para casas habitación.

## Security alarm design for house rooms.

Juan Pablo Baena Ramos (1).

Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec  
[201721824@tese.edu.mx](mailto:201721824@tese.edu.mx).

Waldo Castellanos Guzmán (2). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,  
[201721472@tese.edu.mx](mailto:201721472@tese.edu.mx).

Oscar Adrián López Arellano (3). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,  
Ecatepec, [201720134@tese.edu.mx](mailto:201720134@tese.edu.mx).

Jorge Jair López Martínez (4). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,  
[201710181@tese.edu.mx](mailto:201710181@tese.edu.mx).

Derlis Hernández Lara\* (5). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec,  
[dderlis-lara@tese.edu.mx](mailto:dderlis-lara@tese.edu.mx).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### Resumen.

*La seguridad en los hogares conduce a una mejor vida en la sociedad, ya que existe una alta tasa de robos a estos. Es por eso que se desarrolló un sistema integrado para proteger los hogares del robo. Este sistema cuenta con un microcontrolador, el cual fue programado para detectar a un individuo sospechoso cuando intente ingresar a la casa, este será controlado por un dispositivo móvil e Internet de las Cosas, donde el usuario podrá manipular la alarma. Para la etapa de diseño conceptual se utilizó la metodología “Quality Function Deployment” (QFD), en la cual se consideran las necesidades del cliente y sus requerimientos, es decir, se diseñan en base a la voz del cliente o de los usuarios finales.*

**Palabras clave:** Sistemas Embebidos, Internet de las Cosas (IoT), Hogar.

### Abstract.

*Security in homes conduce to a better life in society, since there is a high rate of robberies to them. That is why an integrated system was developed to secure homes from theft. This system has a microcontroller, which was programmed to detect a suspicious individual when he tries to enter the house, which will be controlled by a mobile device and the Internet of Things, where the user can manipulate the alarm. For the conceptual design stage, the Quality Function Deployment (QFD) methodology was used, in which the needs of the customer and their requirements are considered, that is, they are designed based on the voice of the customer or the end users.*

**Keywords:** Embedded systems, Internet of things (IoT), Home.

## 1. Introducción.

El robo a casa habitación es un delito patrimonial que además de dañar la economía de las familias transmite sentimientos de inseguridad, riesgo o vulnerabilidad frente a los embates de la delincuencia. En esta investigación se reflexiona la situación de este crimen en diferentes países, el impacto que ha tenido desde México, así como el trabajo legislativo para afrontarlo (Quezada, 2019).

**Antecedentes:** En marzo el Estado de México abrió 637 carpetas de investigación (CI), lo que lo posicionó como el estado con mayor incidencia de robo a casa habitación en el mes, seguido por Ciudad de México, con 446, y por Jalisco, con 418. Las entidades con menor número de casos fueron: Nayarit (9), Campeche (10), junto con Tlaxcala (12). Lo anterior se puede apreciar en la gráfica 1. Considerando los casos por cada cien mil habitantes, Colima tuvo la mayor tasa de registros, con 18.85, mientras que Chiapas, con 0.4, observó la menor incidencia por tamaño poblacional. Jalisco quedó en la posición número 13, con una tasa de 4.97 CI por cada cien mil habitantes, en la Figura 1 se puede apreciar la gráfica que contiene dicha información (IIEG, 2020).

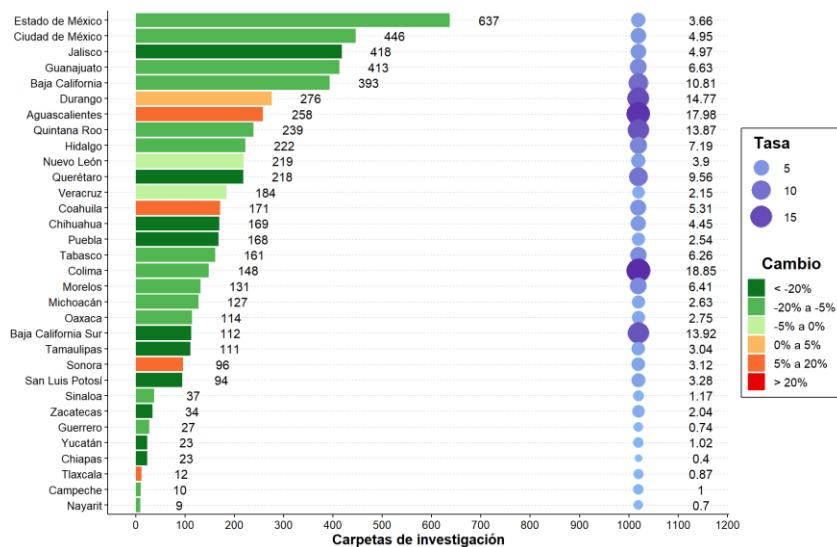


Figura 1. Gráfica en casas en todo el país.

**Planteamiento del problema:** La inseguridad que se vive hoy en día en la ciudad ha alcanzado los niveles más extremos para combatir este delito, lo cual no es un buen ejemplo de ello, puesto que hay mejores soluciones. Para la prevención de un índice más alto.

**Justificación:** Debido a la necesidad de integrar nuevas tecnologías para la seguridad de los mexicanos se ha optado por desarrollar este proyecto. Con el diseño e implementación se busca mejorar el control de seguridad, cumpliendo con los requerimientos que un hogar necesita para llevar una correcta vigilancia, debido al alto índice de delincuencia, pudiendo mantenerse seguro en tiempo real y a distancia a través de un dispositivo móvil y con ayuda de un dispositivo oculto colocado en esquinas inferiores del hogar.

**Objetivo:** Diseñar e implementar un sistema de seguridad a distancia de bajo costo utilizando las nuevas tecnologías que permita al usuario darse cuenta de manera inmediata las irrusiones dentro del hogar y que ofrezca a su vez un sistema versátil y funcional, mediante la utilidad de dispositivos de uso frecuente que, además, esté al alcance de la economía de todos los usuarios que estarán comprando este artefacto de suma importancia para el bienestar familiar.

De acuerdo a lo siguiente primero se consideró realizar una investigación sobre los sistemas de este tipo que han sido realizados anteriormente, para contar con un referente tanto del sistema como del funcionamiento del mismo, con la

información recabada se llevó a cabo un análisis de los aspectos positivos y negativos de cada una de ellos para realizar los cambios o mejoras pertinentes de acuerdo a los requerimientos del cliente.

A continuación, se menciona brevemente los puntos más importantes sobre esta información:

El primero de ellos hace referencia a utilizar los sensores de movimiento dispuestos en un prototipo de “SMART HOME” como alarma de seguridad en caso de detectar la presencia de intrusos, dicha alarma solo estaría presente en la puerta de entrada a la vivienda (Cano Lara, Armenta Loredo, Cabal Yepez, & Juárez Ríos, 2016).

También otra investigación realizada nombrada “Casa Inteligente y Segura” hace énfasis en que usando únicamente el microprocesador para llamadas es común el error de que estas llamadas no lleguen a ejecutarse, por lo tanto, es una mejor opción agregar un comunicador digital el cuál confirmará si la llamada ha sido recibida, así como del uso de sensores imantados para puertas y/o ventanas para emitir la alarma en el caso de que este se lleve a separar (Lima Ortega, 2015).

Un Artículo de la revista virtual de la Universidad Católica del Norte, habla sobre diferentes proyectos realizados para alarmas con el uso de Wifi, así como de un robot de vigilancia implementado anteriormente, en el caso del sistema realizado por esta institución consta de un dispositivo Raspberry (González Godoy & Salcedo Parra, 2017).

## 2. Metodología.

Para la obtención del diseño conceptual del prototipo, se utilizó la metodología QFD (del inglés, *Quality Function Deployment*) (Hernández Lara *et al.* 2019). Con la cual se puede llegar a un diseño funcional y competitivo, señalando que éste puede ser mejorado en la etapa de diseño a detalle (Ortega, 2017). A continuación, se muestran las consideraciones más significativas de dicha metodología de diseño.

### A. Determinación y clasificación de los requerimientos del cliente.

La clasificación permite identificar los requerimientos deseables, esto con la finalidad de determinar su importancia relativa y tomarlos en cuenta durante el proceso de diseño, esperando como resultado un grado de satisfacción mayor en el cliente.

Con la Figura 2, podrá tomarse en cuenta la cantidad de robos a casa habitación que hubo en el año 2019, por lo cual se ha encuestado a personas aleatoriamente y a familiares que viven en zonas peligrosas o de alto índice de delitos de robo para saber qué sistema se debe implementar y además buscar un bajo costo (Vela, 2019).

### Al día hay 20 casos

En el primer cuatrimestre de Claudia Sheinbaum como jefa de Gobierno, en la capital hubo 2 mil 468 robos a casa habitación, 20 por día.

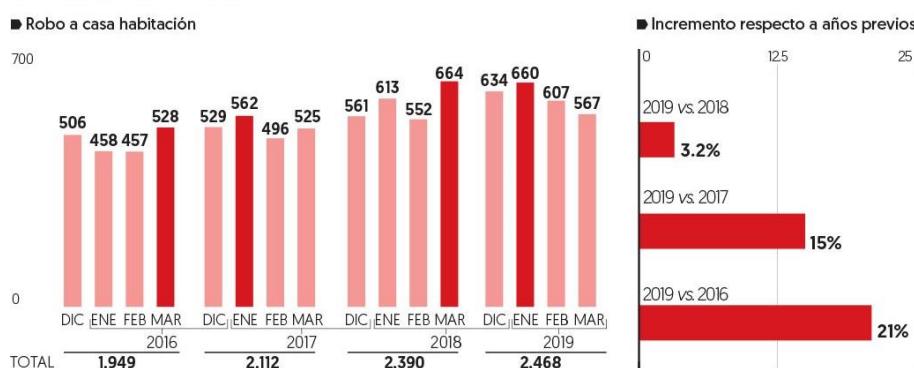


Figura 2. Gráfica de Robos a casa habitación en la CDMX.

Los requerimientos se obtuvieron mediante encuestas a personas de entre 18 y 50 años, aproximadamente el número de la muestra fue de 80 personas residentes de la Ciudad de México y el Estado de México, a quienes se les preguntó entre otras cuestiones, ¿Qué características debería tener un sistema que brinde la seguridad a una entrada de casa habitación?, especialmente en momentos donde los dueños no se encuentran en casa por motivos de trabajo o en cualquier otra circunstancia. De las respuestas de dicha encuesta se obtuvieron: los requerimientos funcionales, físicos, instalación, mantenimientos y económicos, como se muestra en la Tabla 1. Para esto se hace el uso de la ecuación (1). Donde **X** son los requerimientos obligatorios e **Y** son los requerimientos deseables.

$$p_i - p_i = 2 \Delta Y(X_i - X_i) - 2 \Delta X(Y_i - Y_i) \quad (1)$$

**Tabla 1.** Clasificación de Requerimientos.

Obligatorios(X)	Deseables(Y)
A1.- Ser manejable, amigable la aplicación móvil.	A3.- Oculta o discreta.
A2.- Cuente con números de emergencia.	A5.- El sistema deberá conectarse a internet.
A4.- El sistema deberá contar con un <i>display</i> .	B4.- El Sistema se pueda monitorear desde cualquier lugar
A6.- Rápida	B5.- El dispositivo deberá ser de fácil mantenimiento.
B1.- El dispositivo deberá conectarse a la corriente de cualquier hogar.	C1.- Las refacciones deberán ser fáciles de conseguir.
B2.- Deberá ser de fácil instalación.	C2.- El costo de venta deberá ser menor a \$500.
B3.- El sistema deberá enviar notificación del funcionamiento a la aplicación.	

Una vez identificados los requerimientos deseables se ponderan para saber su orden de importancia en el sistema y establecer cuáles son más prioritarios para ser incluidos en el diseño, lo ideal es que se incluyan todos, pero esto dependerá de que no interfieran en el cumplimiento de los requerimientos obligatorios.

### **B. Traducción de los requerimientos a términos de ingeniería.**

Los requerimientos se deben llevar a un nivel de traducción en términos de ingeniería, es decir, todos aquellos requerimientos hechos por el cliente tienen que ser definidos en términos que sean comunes en Ingeniería donde se puedan conocer unidades de medición ya que estos se asociarán directamente con una unidad de medición; aquellos que no puedan ser asociados directamente a una unidad de medición, lo harán con un significado explícito, donde se referirá a la actividad que éste implica. En esta traducción todavía no se registran cantidades a menos que desde un principio el cliente las haya pedido, de lo contrario estas se establecerán en las metas de diseño; una vez establecidos los términos mensurables de ingeniería, se decretan cantidades específicas que se pretenden lograr en el diseño.

#### **Metas de diseño:**

- Ofrecer una mayor seguridad en una casa habitación.
- Tener una App móvil para el encendido y apagado de la alarma.
- Crear un producto que cuente con las características necesarias.
- Contar con sensores para la detección de intrusos
- Alertar a la aplicación cuando alguien intente entrar.
- Ver la información que mande el sistema en la aplicación

### C. Análisis funcional del sistema.

En el análisis funcional se detallan todas aquellas funciones que el sistema debe cumplir, para esto se delimita la función global o principal del sistema y las subfunciones que se tienen que realizar para que ésta se pueda llevar a cabo. La función global de servicio del sistema en el proceso de diseño describe el papel a desempeñar del mismo, para lo cual se apoya de funciones de servicio que son todas aquellas acciones que serán realizadas por la máquina o sistema que se va a diseñar para dar solución a la necesidad planteada, y que pueden ser globales o de uso, como se muestra en la Figura 3. Como las que podemos destacar su forma de comunicación, sus principales características y la forma en que va alertar al usuario de algún individuo.



Figura 3. Árbol de funciones del diseño conceptual.

### D. Generación y evaluación de conceptos.

Una vez establecido el análisis funcional, se proponen soluciones para resolver cada función, esto mediante una lluvia de ideas como se muestra en la Tabla 2, de esta forma se generarán los conceptos que ayudarán a dar forma al sistema a diseñar. Ya que se generaron las posibles soluciones a cada una de las funciones, se deberá de realizar una etapa de evaluación, para lo cual se utilizan tres filtros que ayudan a obtener el diseño que contemple de mejor manera las funciones y las expectativas del cliente. El primer filtro es el de factibilidad, donde las posibles soluciones se evalúan con base en que sean elementos que puedan cumplir con las funciones y no se contrapongan con algún otro requerimiento obligatorio dado por el cliente.

En la Tabla 3, se realizó una matriz de decisión, para la cual se necesitarán los requerimientos deseables y su calificación relativa, con lo que se obtendrá como resultado el concepto ganador, para esto se selecciona el concepto “A” como el concepto pivote, es decir, el que servirá como punto de comparación, si un concepto cumple de mejor manera en el requerimiento se colocará un signo (+), y si lo cumple de igual o menor forma se colocará un signo (-).

Recordando que la fase de diseño a detalle corresponde a la generación de todas las especificaciones necesarias para la realización del producto-solución, basándose en la tecnología disponible se llegó al siguiente diseño: Después de realizar los filtros correspondientes se obtiene como ganador el concepto A, este se dividirá en dos partes, la parte del *hardware* y la parte del *software*. Para el *software* se diseñará una aplicación que notificará cuando exista

un movimiento fuera de la casa o alguna persona sospechosa que este más de 5 minutos fuera del hogar. Del lado del *hardware*, se contará con una bocina y un flasheo o destello para advertir de que alguien está entrando o está fuera del hogar.

**Tabla 2.** Generación de conceptos.

Funciones	A	B	C
1.- El sistema debe de contar con números de emergencia.	Llamar al 911.	Sugerir un número de emergencia	Contar con un marcaje rápido.
2.- Conexión del sistema con la aplicación.	Por medio de Wi-Fi.	Por medio de Bluetooth	Radiofrecuencia
3.- Envío de alertas a la aplicación.	Enviar alertas sólo cuando alguien intente entrar.	Enviar alertas cada vez que se detecte un movimiento.	Enviar alertas siempre que se haga una prueba
4.- Control de la alarma.	Manejo total de la alarma, conexión y llamadas.	Control manual a través de la aplicación.	Encender y apagar la alarma de manera remota.
5.- El sistema debe de contar con fecha y hora.	La fecha y hora, con un reloj montado.	La fecha y hora reflejada en la LCD.	La fecha y hora actualizada automáticamente.

**Tabla 3.** Evaluación basada en matrices de decisión.

FUNCIONES	Conceptos			
	Calificación relativa	A	B	CD
B3.- El sistema deberá enviar notificación del funcionamiento a la aplicación.	25	*	+	+
B2.- Deberá ser de fácil instalación.	21.4	*	+	+
A1.- Ser manejable, amigable la aplicación móvil.	17.8	*	+	+
C3.- El sistema deberá ser de fácil mantenimiento.	14.2	*	+	-
A2.- Cuente con números de emergencia.	10.7	*	+	-
C1.- Las refacciones deberán ser fáciles de conseguir.	7.1	*	+	-
B4.- El Sistema se pueda monitorear desde cualquier lugar	3.5	*	+	-
C2.- El costo de venta deberá ser menor a \$500.	0	*	-	-
$\Sigma^+$		*	7	3
<b>Peso total</b>	100	*	92	56
<b>Mejor concepto (Ranking)</b>		3	1	2

A continuación, se explicará el proceso de funcionamiento del sistema embebido implementado, este será descrito por medio del Algoritmo 1 (lógico) el cual está construido por las necesidades y requerimientos del cliente, por ejemplo, la hora, notificación y llamadas:

---

**Algoritmo 1. Proceso de funcionamiento de la alarma.**


---

**BEGIN /\*Inicio del programa\*/**

Obtener información:

- Por medio de LCD.
  - Fijar tiempo de activación de la alarma.
  - Mostrar en pantalla: «Ingrese la hora».
  - Registro de hora.
  - Mostrar en pantalla: «Ingrese tipo de alerta».
  - Leer tipo de alerta.
  - Fin del proceso programación tiempo.

Mostrar menú:

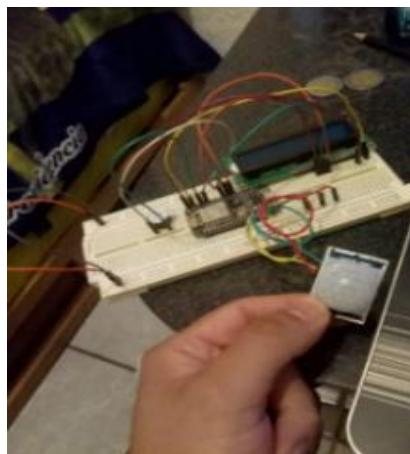
- Opción de alerta.
  - Alarma activada.
  - Notificar.
  - Llamado de autoridades.
- Indicación deertura de puerta o ventana.
  - A través del módulo PIR
  - Por medio de un mensaje al usuario a través de la App.
- Recibir información.
  - A qué hora se activó la alarma.
- Ejecutar proceso.
  - Llamado a emergencias.

Fin y reinicio del Sistema.

---

### 3. Desarrollo.

Para la implementación del diseño detallado, en la Figura 4 se puede observar que la alarma para seguridad en casas habitación, se compone con un módulo PIR el cual sirve para la detección de movimiento y un LCD para el muestreo de mensajes. A continuación, en la Figura 5 se observa una simulación con AutoCAD (Conejos, 2014) de una casa en donde se ubicaría la alarma en modo físico, para que esta sea más discreta y no sea llamativa.

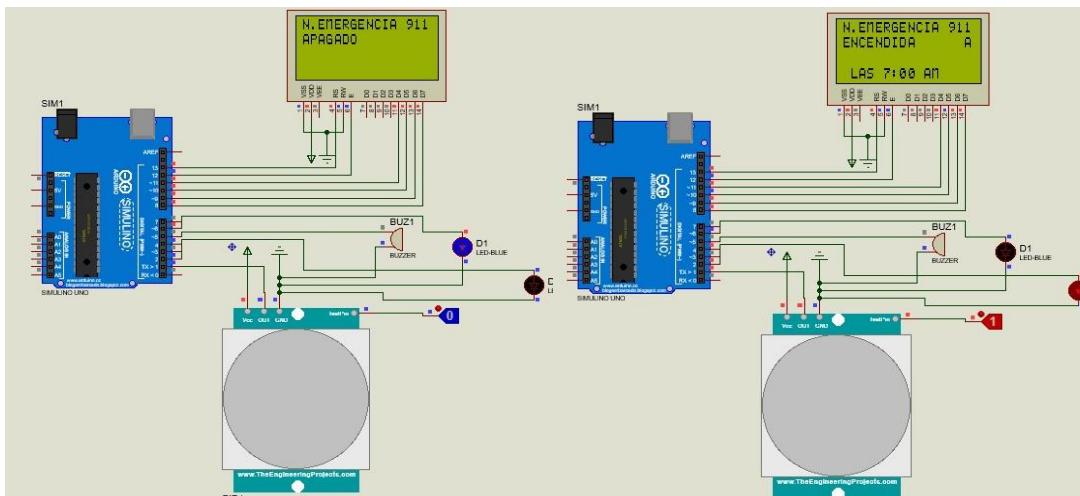


**Figura 4.** Sensor montado en *protoboard*.



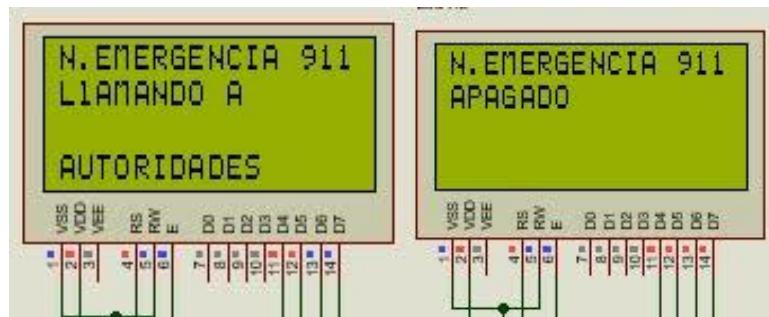
**Figura 5.** Vista exterior de casa habitación para ubicación de la alarma.

En la Figura 6 se observa una simulación de donde estará ubicada la alarma, se hará un diseño minimalista para su camuflaje. Por medio del *software* de simulación *Proteus*, se desarrolló el sistema embebido teniendo como principal elemento un Arduino UNO R3 (Gutiérrez, 2012). La simulación ayuda a ver detalles y características del sistema, para poder determinar si lo realizado funciona adecuadamente en una primera instancia, usando los dispositivos correctos que cumplan las necesidades del sistema o si estos podrían cambiar de acuerdo con las necesidades del cliente.



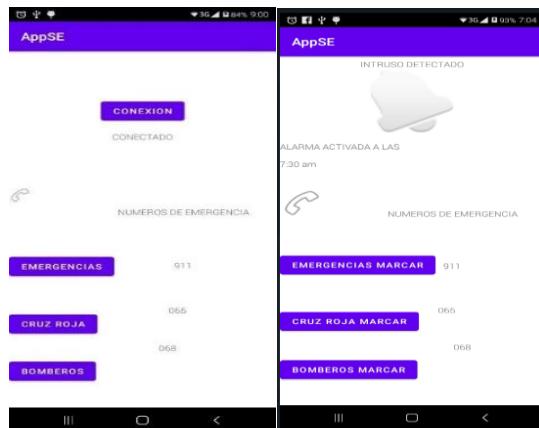
**Figura 6.** Simulación del sistema embebido diseñado.

Después de haber simulado el sistema, se hizo una prueba de los datos que se tienen que reflejar en pantalla (LCD del inglés, *Liquid Cristal Display*), cuando este reciba la información de si hay movimiento (con la ayuda del LOGIC STATE) (Lara D. H., 2019) se mostrara en la pantalla, como se muestra en la Figura 7. Además de como se muestra el sistema se encuentre apagado o llamando a las autoridades.

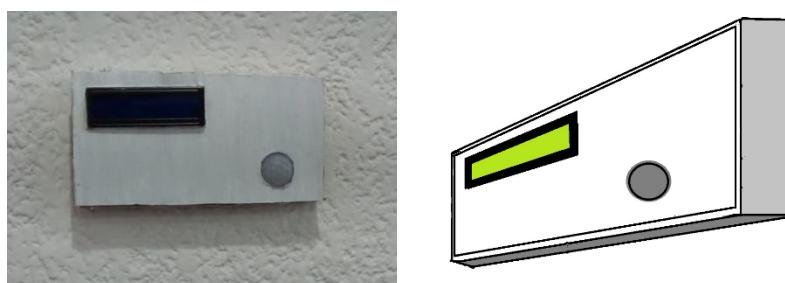


**Figura 7.** Simulación en LCD, prueba de la alarma (Llamado de emergencia).

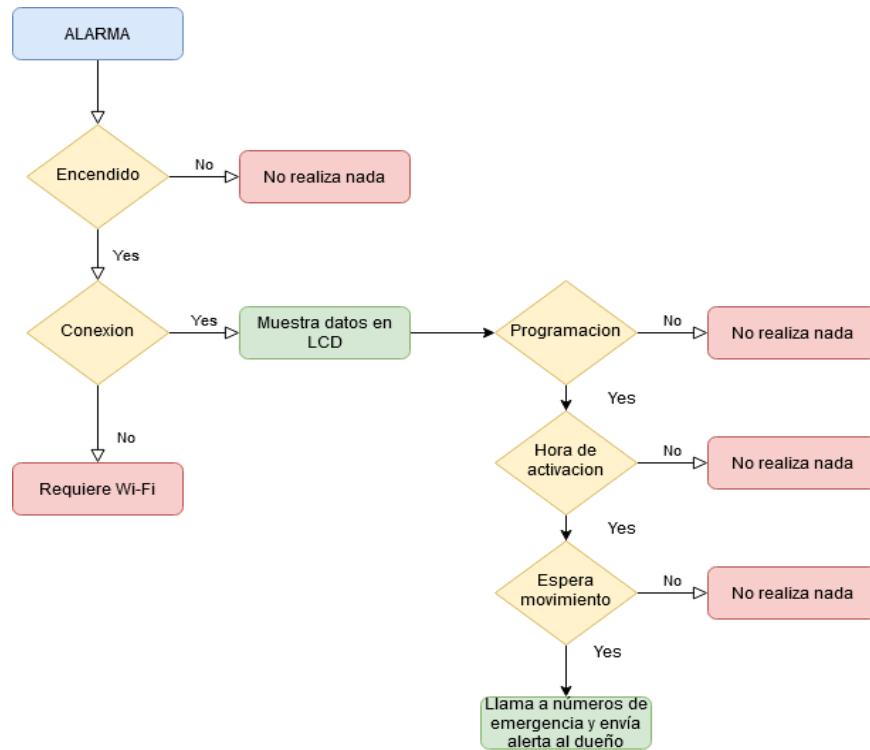
A continuación, en la Figura 8, se muestra el diseño de la aplicación móvil para tener un control total con la alarma cumpliendo los requerimientos del cliente, de igual manera la prueba de que funciona, al detectar un movimiento. Además del diseño de la alarma mostrado en la Figura 9 con la que cuenta el sensor PIR al exterior este es para que la pongas a tu gusto y tenga un alcance entre paredes. Por último, en la Figura 10 se muestra el diagrama de Flujo de funcionamiento de la alarma, los pasos que se hacen en caso de una emergencia.



**Figura 8.** Aplicación móvil para el control de la Alarma y detección de movimiento.



**Figura 9.** Diseño de la Alarma.



**Figura 10.** Diagrama de flujo de funcionamiento de la Alarma.

## Conclusiones.

La inseguridad hoy en día es un tema muy delicado, es por ello que se deben de tomar diversas medidas de precaución, para la seguridad tanto personal como en la vivienda, dado lo anterior, es que es una opción el uso de diferentes sistemas, por ejemplo: «alarmas», para bajar el índice de delincuencia en la ciudad de manera creativa y eficiente. Con ayuda de la metodología QFD se llegó a diseñar conceptualmente un sistema que cumple con los requerimientos del cliente, satisfaciendo a cada usuario por su facilidad de uso de la “Alarma”. Una de las ventajas, es que funciona por medio de una conexión vía wifi. Las opciones tan fiables que se otorgan a través del internet (o wifi) y la ingeniería, permiten adquirir conocimientos y habilidades para dar una solución a este tipo de situaciones, también estas deben tener una manera sencilla de manejar para que el cliente no tenga problemas al configurarlo. Entonces el bien común se puede otorgar sabiendo cómo utilizar dichas herramientas, de ese modo no se tendrá que utilizar algo costoso, y que esté al alcance de muchas personas, el resultado obtenido cumple satisfactoriamente con el objetivo, de ayudar a la seguridad, así que no habrá ninguna preocupación por parte de los clientes, con el dispositivo ellos se sienten más seguros en altas horas de la noche o en eventos infortunados cercanos a la vivienda.

## Agradecimientos.

Los autores agradecen al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en específico a la división de Ingeniería Informática por el apoyo brindado.

## Referencias Bibliográficas.

- Cano Lara, M., Armenta Loredo, M., Cabal Yepez, E., & Juárez Ríos, H. (Junio de 2016).** Diseño y simulación de un sistema de control Smart Home. *Revista de Aplicación Científica y Técnica*, 13-19. Recuperado el Noviembre de 2020, de [http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Aplicacion\\_Cientifica\\_y\\_Tecnica/vol2num4/Revista\\_de\\_Aplicacion\\_Cientifica\\_y\\_Tecnica\\_V2\\_N4\\_3.pdf](http://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Aplicacion_Cientifica_y_Tecnica/vol2num4/Revista_de_Aplicacion_Cientifica_y_Tecnica_V2_N4_3.pdf)
- Conejos, J. B. (2014).** *Sistema de seguridad perimetral programable inteligente*. Valencia: Universidad PolitecnicaElminaValencia.
- González Godoy, C., & Salcedo Parra, O. (Agosto de 2017).** Sistema de seguridad para locales comerciales mediante Raspberry Pi, cámara y sensor. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 175-193.
- Gutiérrez, J. M. (2012).** *LabVIEW+Arduino*. CDMX: Creative Commons Attribubution.
- IIEG. (26 de Mayo de 2020).** *Instituto de Información Estadística y Geografía de Jalisco*. Recuperado el 2020, de [https://iieg.gob.mx/ns/wpcontent/uploads/2020/05/reportes\\_mensual\\_robo\\_casa\\_marzo\\_2020.html#:~:text=En%20marzo%20Estado%20de%20M%C3%A9xico,y%20por%20Jalisco%20con%20418](https://iieg.gob.mx/ns/wpcontent/uploads/2020/05/reportes_mensual_robo_casa_marzo_2020.html#:~:text=En%20marzo%20Estado%20de%20M%C3%A9xico,y%20por%20Jalisco%20con%20418).
- Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juarez Velázquez, E. T., & Mojica Mendoza, Y. A. (2019).** Implementation of a system embedded with IoT for the administration of water in home room tanks. *XXVIII Reunión Internacional de otoño, ROC&C'2018-2019, IEEE Sección México*. Acapulco Gro. México.
- Hernández Lara, D. (2019).** *Tecnologías e Interfases de Computadoras*. Ecatepec: TESE.
- Lima Ortega, E. (2015).** *Diseño e Implementación de un Sistema Integral de Seguridad, Controlado y Monitoreado en Forma Local y Remota Mediante las Redes de Comunicación para las Agencias de Caja Rural - Los Andes S.A.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú: Repositorio Institucional UNA-PUNO. Obtenido de Ingeniería y Tecnología: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2804/Lima\\_Ortega\\_Edgar\\_Joaquin\\_Espillico\\_Condrori\\_Jose\\_Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2804/Lima_Ortega_Edgar_Joaquin_Espillico_Condrori_Jose_Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ortega, C. T. (2017).** *Ptolomeo UNAM*. Recuperado el Noviembre de 2020, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12562/Tesis.pdf?sequence=2>
- Quezada, J. P. (2019).** *Robo a casa habitación*. Ciudad de México: Instituto Belisario Dominguez .
- Vela, D. S. (15 de Mayo de 2019).** Crece 83% robo con violencia a casa habitación en la CDMX. *El Financiero*. Recuperado el 15 de 5 de 2019, de <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/crece-83-robo-con-violencia-a-casa-habitacion-en-la-cdmx>

### Información de los autores.



**Baena Ramos, Juan Pablo**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son el comercio electrónico y nuevas tecnologías.



**Castellanos Guzmán Waldo**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son las bases de datos, los sistemas computacionales y las nuevas tecnologías.



**López Arellano Oscar Adrián**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son las bases de datos y las nuevas tecnologías.



**López Martínez Jorge Jair**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son los sistemas embebidos, comercio electrónico y las nuevas tecnologías.



**Derlis Hernández Lara**, Ing. en robótica industrial egresado de la ESIME UA (2011) y M. en C. en ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales por parte del CIC (2014) en el Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec y de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Su área de interés es la aplicación de metaheurísticas para el diseño y optimización en ingeniería.



# **Diseño e implementación de un sistema de señalamiento para ciclistas.**

## **Design and Implementation of a Signaling System for Cyclists.**

Silvia Noemí Almendares Torres\* (1).

Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

[201722061@tese.edu.mx](mailto:201722061@tese.edu.mx)

Alan Moisés Osegueda Godínez (2). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [201720520@tese.edu.mx](mailto:201720520@tese.edu.mx).

Ricardo Brayan Pérez Saldívar (3). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [201721364@tese.edu.mx](mailto:201721364@tese.edu.mx).

Alfonso Ramírez Caro (4). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [201722590@tese.edu.mx](mailto:201722590@tese.edu.mx).

Derlis Hernández Lara (5). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [derlis392@hotmail.com](mailto:derlis392@hotmail.com).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*En la sociedad mexicana se tiene una cultura vehicular escasa, el número de percances contra ciclistas y peatones es muy alto, principalmente en lugares con un mayor número de habitantes, por lo cual se propone realizar un sistema de direccionales para cualquier tipo de ciclista, en especial para aquellos que transitan en una ciudad. Para esto se diseñó e implementó un sistema embebido que funciona como direccionales tanto de manera visual para el automovilista como para el ciclista que lo usa. Para la etapa del diseño conceptual, se utilizó la metodología de la función de la calidad (QFD por sus siglas en inglés **Quality Function Deployment**), con esta metodología se consideran las necesidades del cliente, así como sus requerimientos, es decir el diseño se basa en las necesidades del cliente.*

**Palabras clave:** Sistemas embebidos, direccionales, ciclistas.

### **Abstract.**

*In the mexican society there is a poor vehicle culture, the number of mishaps against cyclists and pedestrians is very high, mainly in places with a very high number of inhabitants, whence a directional system is proposed for any type of cyclist, in especially for those city cyclists. An embedded system was designed and implemented that works as directional signals both visually for the motorist and for the cyclist who uses it. For the conceptual design stage, the quality function methodology (QFD) was used, with this methodology the needs of the client as well as their requirements are considered, that is, the design is based on customer needs.*

**Keywords:** Embedded systems, directional, cyclists.

## 1. Introducción.

El crecimiento acelerado de las ciudades mexicanas ha generado muchas oportunidades, pero también muchos retos, en los últimos años. El uso de la bicicleta en estas ciudades, como modo de transporte urbano representa una solución para los problemas de movilidad, generado por el uso excesivo de los automóviles. Según datos de la Secretaría de Salud (2016) los peatones y los ciclistas encabezan la jerarquía de la movilidad que ordena los modos de transporte. Una de las problemáticas más importantes es la seguridad vial de los ciclistas, para participar en el tránsito es importante saber que siempre se está rodeado de otros vehículos, estos se coordinan con normas comunes, que todos deberían respetar. En 2019 se reportaron 717 accidentes de ciclistas, solo en la Ciudad de México, siendo los viernes y sábados los días en los que se reportaron estos accidentes con 114 y 138 respectivamente (Datos, 2020).

Este trabajo tiene como objetivo el diseñar un sistema de direccionales para ciclistas elaborado con un sistema embebido que les permita apoyarlos (Garcia, Escamilla, & Severiche, 2018), con el cual se podrá indicar hacia qué dirección se esté dirigiendo el ciclista, es decir, cuando darán vuelta, ya sea izquierda, derecha, adelante y cuando se está detenido. Todo esto es de manera manual para facilitar su uso para los ciclistas de la manera más cómoda posible (Montenegro & Romero, 2020).

## 2. Metodos.

### Identificar la necesidad.

**Necesidad:** Generar herramientas que tener permitan más información sobre la ruta de los ciclistas a la hora de transitar caminos concursados.

**Objetivo:** Diseñar e implementar un sistema que aporte herramientas viales a los ciclistas, utilizando un chaleco con señalamientos que los apoyará a brindarles seguridad al momento de usar este medio de transporte.

**Definición del problema:** De acuerdo con datos recopilados por la organización #ManuVive, la organización, creada después de la muerte de Emmanuel Vara, quien era director de Movilidad del Ayuntamiento de Puebla, destacó que son 10 las entidades con más fallecidos por accidentes a peatones/ciclistas en el primer trimestre del 2019.

**Justificación:** Con un sistema embebido se obtendrá información que esté al alcance y sea de ayuda para una mejor toma de decisiones por parte del automovilista u otros ciclistas, evitando así en la medida de lo posible las colisiones, aportando de esta forma herramientas innovadoras con tecnología que facilitan el uso de medios de transporte alternativos.

### Determinación y clasificación de los requerimientos del cliente.

La clasificación identifica los requerimientos deseables, esto con la finalidad de determinar su importancia relativa y tomarlos en cuenta durante el proceso de diseño, esperando como resultado un grado de satisfacción mayor en el cliente (Hernández Lara *et al.* 2016). Se obtuvieron los datos de los requerimientos a través de una encuesta realizada a personas de entre 21 a 40 años a quienes se les preguntó ¿qué tan atractivo es un sistema de direccionales? y ¿qué tan llamativa sería llevar una prenda con este sistema? Obteniendo los siguientes parámetros de acuerdo a las respuestas:

#### Requerimientos funcionales:

- A1.- El dispositivo deberá mostrar el cambio de dirección en una pantalla.
- A2.- Botones independientes para cada función.
- A3.- Mostrar el estado de la batería.
- A4.- El dispositivo deberá generar una alerta cuando la batería sea baja.

- A5.- De ser posible detectar el cambio de dirección por medio de movimiento.  
 A6.- El dispositivo deberá estar en una prenda de fácil colocación.

#### **Requerimientos físicos:**

- B1.- El dispositivo debe pesar menos 350g.
- B2.- Deberá estar en una prenda ligera.
- B3.- Deberá contar con una pila recargable de litio con cualquier cargador Smartphone.
- B4.- El dispositivo debe ser de fácil instalación.
- B5.- La matriz deberá estar en una alimentación paralela.

#### **Requerimientos de instalación**

- C1.- El dispositivo requiere fácil instalación.

#### **Requerimientos de mantenimiento**

- D1.- Fácil mantenimiento.
- D2.- Refacciones fáciles de conseguir.

En la Tabla 1 se muestra la clasificación de los requerimientos en un orden de importancia y prioridad de inclusión en el prototipo, dando el resultado presentado en las Tablas 2 y 3. Para obtener el cálculo se utilizan dos valores de comparación, con los cuales se calculan los pesos relativos de cada requerimiento mediante la ecuación 1 (Sepulveda, Torriti, & Flores, 2016).

(+) El requerimiento de comparación es más importante.

(-) El requerimiento de comparación no es más importante.

$$Ir(\%) = \frac{\Sigma^+}{Total} * 100; \text{ Valor relativo del requerimiento} \quad (1)$$

**Tabla 1.** Clasificación de Requerimientos.

Obligatorios	Deseables
<b>A1.</b> - El dispositivo deberá mostrar el cambio de dirección en una pantalla.	<b>A3.</b> - Mostrar el estado de la batería.
<b>A2.</b> - Botones independientes para cada función.	<b>A5.</b> - De ser posible detectar el cambio de dirección por medio de movimiento
<b>A4.</b> - El dispositivo deberá generar una alerta cuando la batería sea baja.	<b>B4.</b> - El dispositivo deberá ser fácil de recargar con cualquier cargador de Smartphone.
<b>A6.</b> - El dispositivo deberá estar en una prenda de fácil colocación.	<b>C1.</b> - El dispositivo requiere fácil instalación
<b>B1.</b> - El dispositivo debe pesar menos 350g.	<b>D1.</b> - Fácil mantenimiento
<b>B2.</b> - Deberá estar en una prenda ligera.	<b>D2.</b> - Refacciones fáciles de conseguir.
<b>B3.</b> - Deberá contar con una pila recargable de litio con cualquier cargador Smartphone.	
<b>B4.</b> - El dispositivo debe ser de fácil instalación.	
<b>B5.</b> - La matriz deberá estar en una alimentación paralela.	

**Tabla 2.** Ponderación de los requerimientos deseables.

	A4	A6	B4	C1	D1	D2	$\Sigma$	Ir (%)
A4		+	+	+	-	-	3	21.4
A6	+		-	-	-	-	1	7.1
B4	+	+		+	-	-	3	21.4
C1	-	+	+		-	+	3	21.4
D1	-	+	+	-		-	2	14.3
D2	-	+	+	-	-		2	14.3
Total							14	100.00

**Tabla 3.** Orden de importancia de los requerimientos deseables.

Orden de importancia	Requerimientos Deseables	$\Sigma(+)$	Ir (%)
1	<b>A4.-</b> Mostrar el estado de la batería.	3	21.4
2	<b>B4.-</b> El dispositivo debe ser de fácil instalación.	3	21.4
3	<b>C1.-</b> El dispositivo requiere fácil instalación	3	21.4
4	<b>D1.-</b> Fácil mantenimiento	2	14.3
6	<b>D2.-</b> Refacciones fáciles de conseguir.	2	14.3
7	<b>A6.-</b> De ser posible detectar el cambio de dirección por medio de movimiento	1	7.1
	<b>Total =</b>	14	100

#### Traducción de los requerimientos a términos mensurables de ingeniería.

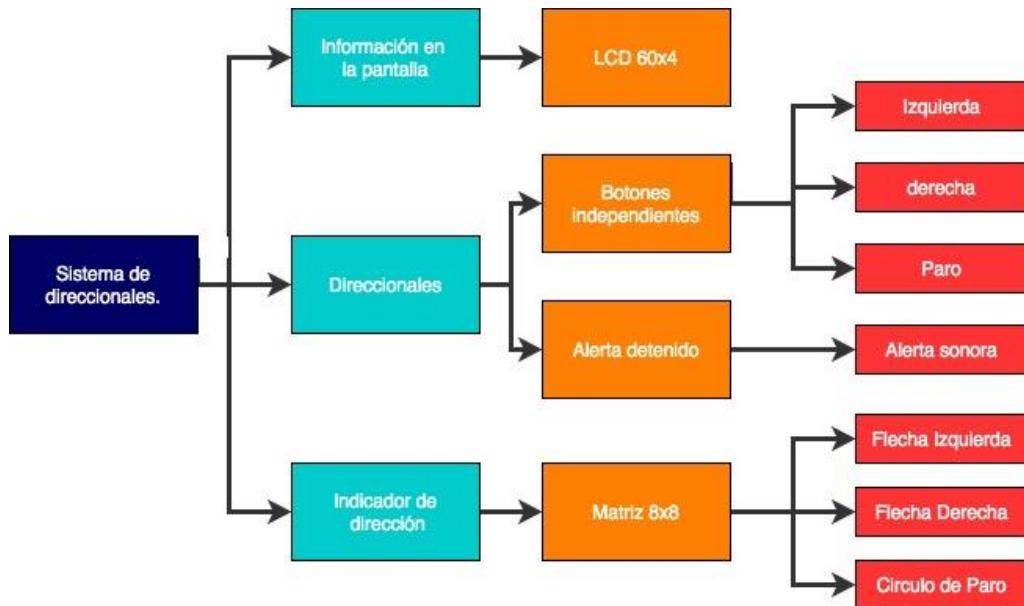
Los requerimientos deben ser cuantificables, es decir, todos aquellos requerimientos hechos por el cliente tienen que ser definidos en términos mensurables de ingeniería, los cuales se puede observar en las metas de diseño siguientes.

#### Metas de diseño:

- Visualizar la información en la pantalla de 16x2.
- Botones independientes para cada dirección.
- Matriz de 8x8 integrada en una prenda ligera.
- Modulo tp4056 para carga de batería.
- Cinco baterías de litio recargable.
- Peso no mayor a 350g.
- Fácil instalación.

### Análisis funcional del sistema.

En el análisis funcional se detallan todas aquellas funciones que el sistema debe cumplir, para esto se delimita la función global ,la cual describe el papel a desempeñar del sistema para lo cual se apoya de funciones de servicio que son todas aquellas acciones que serán realizadas por la máquina o sistema que se va a diseñar para dar solución a la necesidad planteada, y que pueden ser globales o de uso (Granados, 2019), como se muestra en la Figura 1 y las subfunciones que se tienen que realizar para que ésta se pueda llevar a cabo.



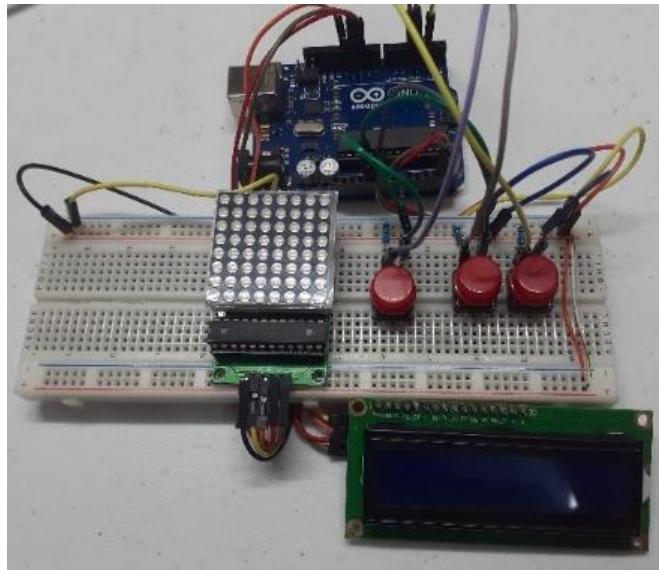
**Figura 1.** Árbol de funciones del diseño conceptual propuesto.

### Generación y evaluación de conceptos.

El primer filtro es el de factibilidad, donde se evalúan las posibles soluciones que puedan cumplir con las funciones y que no se contrapongan con algún otro requerimiento obligatorio dado por el cliente. El segundo filtro es de disponibilidad tecnológica, en el cual se verifica que todas las soluciones a las funciones sean capaces de poderse diseñar o seleccionarse con base en los conocimientos teóricos o la tecnología actual. El tercer y último filtro es el de la evaluación de los conceptos basados en los requerimientos del cliente (Hernández Lara *et al.* 2016).

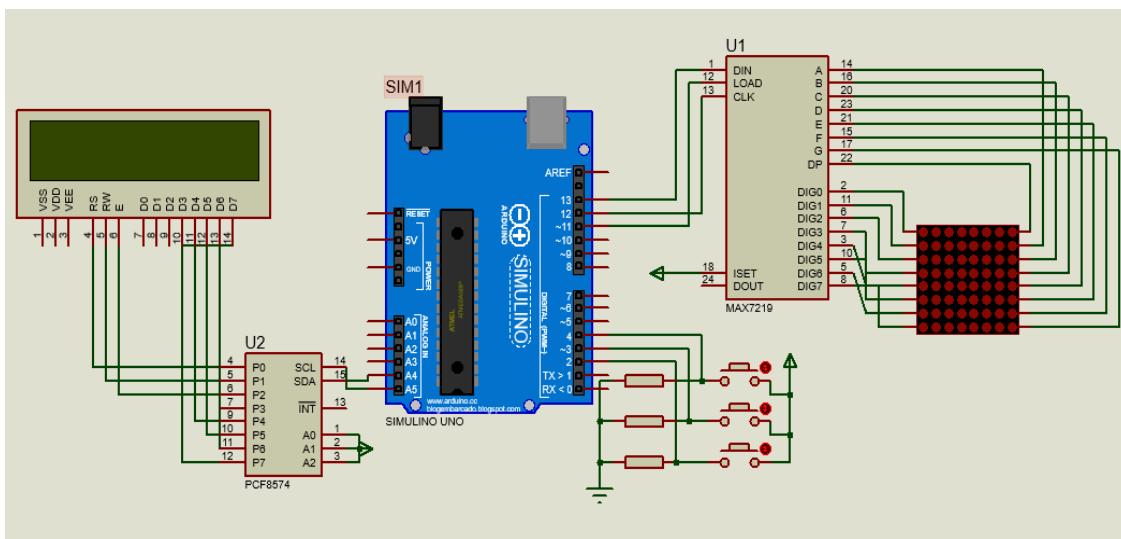
### 3. Desarrollo.

Para la implementación del diseño detallado, en la Figura 2 se puede observar el prototipo del sistema de direccionales con las conexiones físicas, utilizando una matriz de 8x8, donde se visualizará la dirección de manera gráfica, así como los botones para cada opción, el sistema de direccionales será controlado por un microcontrolador para indicar las direcciones al momento de presionar un botón.

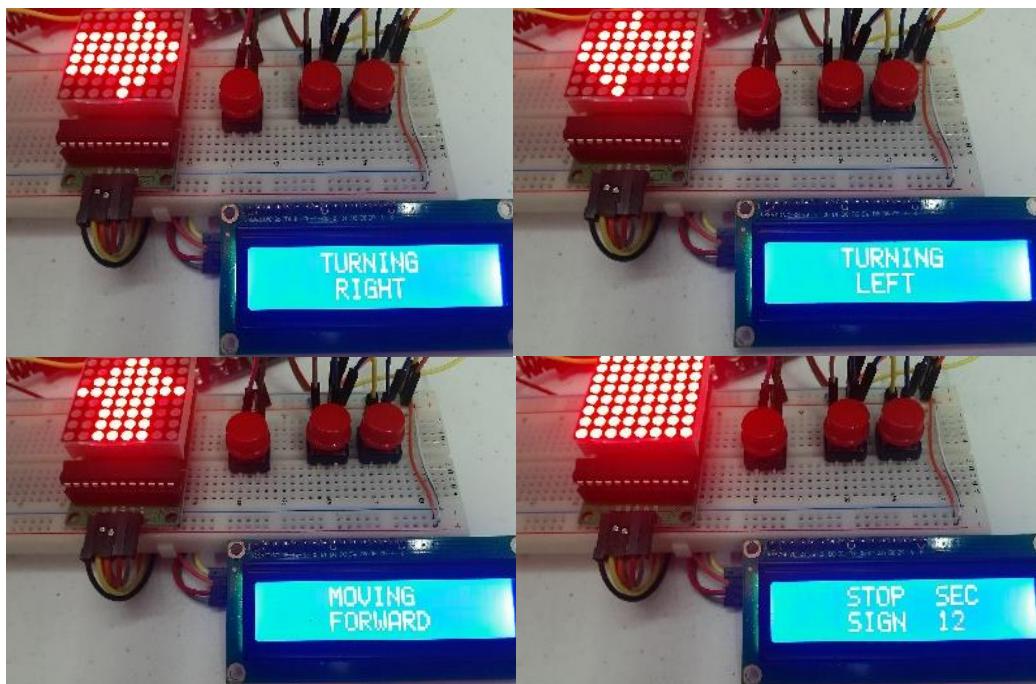


**Figura 2.** Conexiones físicas del sistema propuesto.

En la Figura 3 se observa el diagrama digital y de control del funcionamiento el cual se realizó por medio del software de simulación Proteus (*Labcenter Electronics Ltd*, 2019), teniendo también el microcontrolador atmega328 montado en un Arduino UNO (Atmel). Mientras que, en la Figura 4 se muestra mediante una pantalla LCD (*Liquid Cristal Display*) las acciones con las que el ciclista cuenta para su activación.



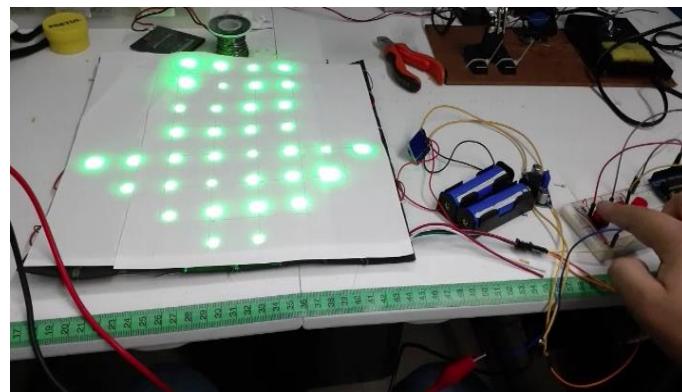
**Figura 3.** Conexión del circuito electrónico para el sistema de direccionales.



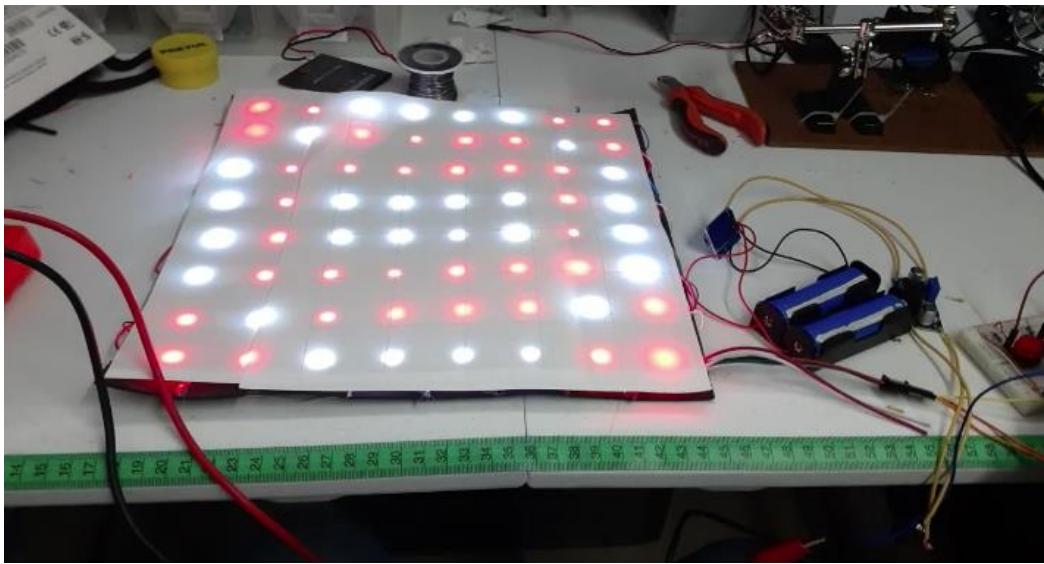
**Figura 4.** Funcionamiento físico del sistema propuesto.

El prototipo se expandió con diversas pantallas para comprobar el nivel de intensidad que pudiera brindar al tránsito, de igual forma se probó el funcionamiento de los controles básicos, es decir, visibilidad de direcciones tanto izquierda como derecha, al igual que el botón de paro (García, Escamilla, & Severiche, 2018) . Las pruebas realizadas se pueden apreciar en la Figuras 5 y 6 respectivamente.

Es importante resaltar como se mencionó anteriormente, que estas luces LED indicadoras serán portadas por el usuario en un chaleco, donde el podrá presionar los botones de activación de cada una de las opciones, de acuerdo a la trayectoria que seguirá, ya que estos botones estarán en la parte delantera del chaleco y de igual forma cerca de estos estará el módulo de carga, para que el usuario pueda recargar el sistema cuando sea necesario.



**Figura 5.** Prueba de direcciones en el prototipo.



**Figura 6.** Indicación de alto del sistema propuesto.

### Conclusiones.

Este trabajo se desarrolló con la metodología QFD, con el objetivo de poder obtener un diseño conceptual que cumpla con todos los requerimientos dados por el cliente. El sistema obtenido podrá ser para cualquier tipo de ciclistas, esperando sea ocupado incluso por los de grandes urbes, cabe resaltar que este producto no podrá acabar en su totalidad con el problema, pero se espera por lo menos procurar disminuir una fracción de los accidentes, apoyando esta situación mediante los señalamientos que provee el sistema propuesto. Por parte del equipo desarrollador de este proyecto se puede mencionar que tendrá la certeza de haber brindado la información necesaria tanto para tránsito como transeúntes acerca de su próxima acción en la calle o carretera, porque al portar ellos la prenda, que sería mejor que fuera un chaleco, podrán tener las señales en un lugar visible para los automovilistas, en el caso del usuario, el chaleco tendrá un sistema de luces LED como el indicado en los prototipos, el cual estará protegido y tendrá los botones pulsadores por delante del chaleco para que el usuario pueda activarlos según la trayectoria o el cambio en esta que vaya a efectuar.

### Agradecimientos.

Los autores agradecen al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en específico a la división de Ingeniería Informática por el apoyo brindado.

### Referencias Bibliográficas.

- Atmel. (s.f.).** 8 bit AVR Microcontroller with 32k Bytes In-System programmable Flash. San José, California: Atmel.
- Datos. (21 de Septiembre de 2020).** (Gobierno de Mexico) Recuperado el 13 de Noviembre de 2020, de <https://lasillarota.com/metropoli/accidentes-de-ciclistas-en-2019-asi-cerraron-las-cifras-accidentes-ciclistas-bicicleta-ciclismo/355586>
- Garcia, S. P., Escamilla, C. M., & Severiche, J. A. (2018).** sistema alternativo de movilidad usando enfoques de iot mediante el uso de la bicicleta para un sector de la ciudad de bogota con un entorno simulado . Colombia.

**Granados, D. (2019).** Lección 8: Arbol de funciones. *Arbol de Funciones.*

**Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juarez Velázquez, E. T., & Mojica Mendoza, Y. A. (2019).** Implementation of a system embedded with IoT for the administration of water in home room tanks. *XXVIII Reunión Internacional de otoño, ROC&C'2018-2019, IEEE Sección México.* Acapulco Gro. México.

**Hernández Lara, D., Trejo Villanueva, C. A., Juarez Velázquez, E. T., & Rodríguez Nicolas, G. (2019).** Design of mobile robot of positioning indoor. *XXVIII Reunión Internacional de otoño, ROC&C'2018-2019, IEEE Sección México.* Acapulco Gro. México.

**Hernandez Lara, D., Barrera García , A., Álvarez López, J., Hernández Valencia, G., & Benítez Mora, M. (2016).** Diseño conceptual de un dispositivo electrónico de almacenamiento y conteo de monedas. *Congreso Internacional de ingeniería electromecánica y de sistemas.*

**Labcenter Electronics Ltd. (2019).** Proteus Design Suite. Grassington, Inglaterra: Labcenter Electronics.

**Montenegro, D. M., & Romero, D. G. (2020).** Desarrollo de un prototipo de radiobaliza para ciclistas, integrado en la bicicleta y el casco, con la capacidad de detección de impactos en la cabeza y emisión de alerta. Cuenca-Ecuador.

**Secretaria de Salud. (07 de Junio de 2016).** *Pueblo bicicletero.* Recuperado el 13 de Noviembre de 2020, de <https://pueblobicicletero.org/wp-content/uploads/2020/07/2016-Secretari%cc%81a-de-Salud-Ma%cc%81s-ciclistas-ma%cc%81s-seguros.pdf>

**Sepulveda, G. V., Torriti, M. T., & Flores, M. C. (10 de Septiembre de 2016).** Sistema de detección de señales de tráfico para la localización de intersecciones viales y frenado anticipado *Traffic sign detection system for locating road intersections and braking advance.* Obtenido de sciencedirect.com: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1697791217300055>

### Información de los autores.



**Silvia Noemí Almendarez Torres,** Alumna de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son las bases de datos y los sistemas computacionales.



**Alan Moisés Osegueda Godínez**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son los sistemas computacionales y programación.



**Ricardo Brayan Pérez Saldívar**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son la programación y las bases de datos.



**Alfonso Ramírez Caro**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Sus principales intereses son los sistemas digitales, redes, electrónica y los sistemas computacionales.



**Derlis Hernández Lara**, Ing. en robótica industrial egresado de la ESIME UA (2011) y M. en C. en ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales por parte del CIC (2014) en el Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec y de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Su área de interés es la aplicación de metaheurísticas para el diseño y optimización en ingeniería.

# **Diseño e implementación de un sistema embebido localizador de personas.**

## **Design and implementation of an embedded people locator system.**

Brandon Eduardo Trejo Nava (1).

Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

[brtn918@gmail.com](mailto:brtn918@gmail.com).

Edgar Alejandro Fernández Ávila (2). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [edgarfernavila@gmail.com](mailto:edgarfernavila@gmail.com).

Luis Diego Ruiz Barajas (3). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [druiz6404@gmail.com](mailto:druiz6404@gmail.com).

Josué Emmanuel Reséndiz Torres Orozco (4). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [jerto.adsd@gmail.com](mailto:jerto.adsd@gmail.com).

Derlis Hernández Lara\* (5). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [derlis392@hotmail.com](mailto:derlis392@hotmail.com).

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*La ubicación aproximada y algunos datos de las personas es un aspecto demasiado relevante durante los desastres naturales, por lo que es necesaria la tecnología para ayudar a los rescatistas a obtener dicha información de las personas que se encuentran incrustadas debajo de objetos o escombros, mediante un dispositivo. Con base en lo anterior, se desarrolló un sistema integrado particular para brindar a los rescatistas dos objetivos importantes: Notificación de que cualquier dispositivo (individual) está cerca de un área determinada en el desastre. Proporcionar información sobre la persona a la que pertenece el dispositivo. Este sistema cuenta con un microcontrolador, el cual fue programado para recibir y transmitir señales que a su vez reflejan información sobre el dispositivo que las emite. Para la etapa de diseño conceptual se utilizó la metodología **Quality Function Deployment (QFD)**, en la cual se consideran las necesidades de los rescatistas, es decir, brindar una herramienta que haga más eficiente la búsqueda para la ejecución de su trabajo.*

**Palabras clave:** Dispositivo, individual, desastre, tecnología.

### **Abstract.**

*The approximate location and some data of the people is too relevant during natural disasters, so technology is needed to help rescuers obtain this information from people who are embedded under objects or debris, using a device. Based on the aforementioned, a particular integrated system was developed to provide rescuers with two important objectives: Notification that any (individual) device is close to a certain area in the disaster. Provide information about the person to whom the device belongs. This system has a microcontroller, which was programmed to receive and transmit signals that in turn reflect information about the device that emits them. For the conceptual design stage, the*

*Quality Function Deployment (QFD) methodology was used, in which the needs of rescuers are considered, that is, to provide a tool that makes the search more efficient for the execution of their work.*

**Keywords:** Device, individual, disaster, technology.

## 1. Introducción.

En la actualidad, las personas que transitan por las calles, universidades o diferentes lugares pueden desconocer las actividades que se realizan en los diferentes entornos o incluso los eventos naturales que se puedan presentar alrededor de nosotros. Éstos hechos han motivado a desarrollar un sistema que haga llegar un mensaje de alerta o poder dar seguimiento si el individuo ha sufrido alguna catástrofe o percance, o incluso poder dar seguimiento a la gente que se tiene a cargo ya sea en el trabajo o la escuela. Para la realización de este proyecto, se toma como base la información de un estudio realizado en el Instituto de Geofísica de la UNAM sobre los Sismos ocurridos en México durante el Siglo XX, a sabiendas que estos ocasionaron que muchas personas desaparecieran y otras fallecieron dentro de los escombros, el desarrollo de este proyecto podrá apoyar efectivamente a las labores de difusión y localización dentro de una comunidad, y se convertirá en una herramienta relevante que facilitará la incorporación de nuevas tecnologías al quehacer que se vive dentro de diferentes localidades (Comunidad informativa, s.f.).

La información del estudio mencionado anteriormente se muestra en la Figura 1, analizando dicha figura se obtuvieron los siguientes datos relevantes:

- Cada año se registran más de 100 sismos con magnitudes mayores o iguales a 4.5.
- Ocurren 5 sismos de magnitud mayor o igual a 6.5 cada 4 años.
- Se espera un sismo con magnitud mayor o igual a 7.5 cada 10 años.



**Figura 1.** Magnitudes de sismos entre 2000 y 2013 (Servicio Sismológico Nacional, 2015).

Haciendo un recuento en este mismo informe, se menciona de un terremoto devastador ocurrido el 19 de septiembre de 1985, este sacudimiento dejó daños estructurales a 2 mil 831 edificios y dejó en condiciones inhabitables a 1 mil 581 inmuebles, equivalentes al 56 por ciento del total, según el informe oficial del 2 de octubre de 1985, emitido por la entonces Comisión Metropolitana del Distrito Federal. Dicha comisión precisó que la proporción de edificios total o parcialmente colapsados en el Distrito Federal fue de aproximadamente 2 por cada 1000 inmuebles, de un total de 1 millón 404 mil construcciones y sin algún registro oficial de las personas que fallecieron en aquel evento catastrófico. La proporción de construcciones totalmente colapsadas fue de 8.46 por 1000 y la delegación Cuauhtémoc fue la más afectada porque un 80 por ciento de todos los edificios destruidos se encontraban en este sector, información obtenida del mismo informe (Zócalo, 2017).

Tomando en cuenta lo anterior y que además anunciaron que han aumentado un 30% los sismos en México en los últimos años, se ha optado por desarrollar un sistema embebido que permita realizar la localización y búsqueda de personas que se encuentren atrapadas en medio de un desastre o cualquier situación que exponga su vida. Por lo cual este sistema de localización de personas se desarrollará con una planificación del ciclo de vida, realizando 4 procesos completos, en cada uno de ellos se reúnen los resultados para corregir o matizar aspectos del sistema.

Primero se realiza el *análisis*: esta fase servirá para definir los requisitos del software y hardware; después el *diseño*: fase que sirve para diseñar la arquitectura y se especificará la interfaz de la aplicación, también se cumplirá con los requisitos; posteriormente la *implementación*: en la cual se realiza la codificación del sistema, tanto de la interfaz como de los procesos; por último, las *pruebas*: donde se define el funcionamiento del prototipo.

Para entender mejor, sabemos que un Sistema Embebido es un sistema electrónico diseñado específicamente para realizar una determinada función. Su característica principal es que emplea un procesador digital (CPU) en formato microprocesador, microcontrolador o un procesador digital de señales (DSP) que es lo que le permite aportar «inteligencia» al sistema anfitrión al que manipula. (Hernández, Trejo, Juárez, & G., 2019). Así mismo podemos ver que en Internet de las Cosas (IoT), se le define a los Sistemas Embebidos «como un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, máquinas mecánicas y digitales, objetos, animales o personas que tienen identificadores únicos y la capacidad de trasferir datos a través de una red, sin requerir de interacciones humano a humano o humano a computadora. En general, es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet (Hernández D. L., Trejo, Juárez, & Mojica, 2019).

## 2. Metodos.

Dentro del diseño conceptual del prototipo, se utilizó la metodología QFD, con la cual se puede llegar a un diseño eficiente, el cual puede ser mejorado en la etapa de diseño a detalle, esto tal y como lo señalan Hernández *et al.* (2019) cuando mencionan la implementación de la metodología. Esta metodología, tiene diferentes etapas las cuales son: primero, *identificar la necesidad*, en este caso en particular la necesidad es localizar los dispositivos pertenecientes a individuos que se encuentren enclaustrados debajo de escombros. Después, proponer el *objetivo*, que para este trabajo es diseñar e implementar un sistema embebido que ayude a la localización de los dispositivos que proporcionarán información acerca de los individuos. Finalmente, *definir el problema*, el cual surge de que, la principal necesidad que tienen los rescatistas es el conocer información aproximada de la localización de las personas, ya que esto es clave para poder salvar a un mayor número de personas debido a que, en este tipo de situaciones cada minuto es clave, también necesitan conocer datos generales de los individuos que posiblemente pueden estar atrapados dentro de los escombros después de algún suceso de desastres naturales, esto para que sea más fácil la identificación de estos por parte de sus familiares, cuando dichos sujetos ya se encuentren a salvo. Justificación: Con la implementación de este sistema embebido, se busca facilitar los datos y ubicación de los dispositivos, dotando de información a los rescatistas y posibles paramédicos, haciendo la labor de búsqueda y rescate, más rápida y teniendo así mayores posibilidades de rescatar a un mayor número de personas.

Para llevar a cabo el diseño, primero se debe hacer la determinación y clasificación de los requerimientos del cliente: clasificar requerimientos ayuda a identificar los que son deseables y necesarios en el sistema para tomarlos en cuenta durante el proceso de diseño, y de esta manera, tener un mayor agrado y satisfacción con los clientes (Hernández *et al.* 2019). Es importante mencionar que algunos clientes no cuentan con la información necesaria sobre los tipos de señal de WIFI, por lo que a continuación, en la TABLA I, se mostrará información sobre el alcance que tiene y la banda de operación debe mantener el sistema.

**Tabla 1.** Tipos de Señal WiFi.

Tipos de Wifi	Intensidad	Velocidad	Banda
802.11a	35-118	54 Mbps	5GHz
802.11b	35-140	11 Mbps	2.4GHz
802.11g	38-140	54 Mbps	2.4GHz
802.11n	70-250	600 Mbps	2.4GHz y 2.5GHz
802.11ac	70-250	1300 Mbps	5GHz

Con la Tabla 1, podrá tomarse en cuenta el mayor alcance de una señal de WIFI para poder hacer uso de ella, para esto también se deberá de calcular la velocidad con la que notificará la localización en tiempo real. No obstante, se considera el espacio en el que se encuentre y las posibles interferencias que se tenga (Salazar, Octubre de 2020). Los requerimientos se obtuvieron mediante encuestas a personas de entre 15 y 35 años aproximadamente, a quienes se les preguntó entre otras cuestiones, ¿Qué características debería tener un sistema de localización?, ¿Qué materiales o diseño les agradaría?, de las respuestas obtenidas se dieron a conocer los requerimientos funcionales, físicos y de instalación, de mantenimiento y económicos, como se muestra en la TABLA II.

**Tabla 2.** Clasificación de requerimientos.

Obligatorios	Deseables
<b>A1.</b> - El sistema deberá tener conexión a WIFI.	<b>A3.</b> - El sistema deberá tener más modos de conexión (datos móviles o radiofrecuencia).
<b>A2.</b> - El sistema deberá tener una aplicación móvil.	<b>A5.</b> - La aplicación deberá ser de bajo consumo de recursos.
<b>A4.</b> - El sistema deberá dar información de los usuarios.	<b>A7.</b> - El mantenimiento del dispositivo deberá ser de bajo costo.
<b>A6.</b> - El sistema deberá contar con un identificador de dispositivo.	<b>B5.</b> - El dispositivo será de poco mantenimiento.
<b>A8.</b> - El sistema deberá ser resistente.	<b>C1.</b> - La interfaz deberá ser amigable con el usuario.
<b>B1.</b> - El sistema deberá contar con un diseño práctico y cómodo.	<b>D1.</b> - Cada dispositivo deberá tener un tamaño aproximado de. 5x3 cm/1.97x1.18 pulgada
<b>B2.</b> - El sistema tiene que ser exacto en la ubicación.	<b>D2.</b> - El sistema deberá ser amigable con el medio ambiente
<b>B3.</b> - El dispositivo deberá tener una batería duradera y recargable	<b>D3.</b> - El costo de producción deberá ser menor a \$1,700.
<b>B4.</b> - El dispositivo deberá conectarse a la corriente de cualquier hogar.	<b>C2.</b> - El sistema deberá conectarse a una internet de forma inalámbrica.
	<b>C3.</b> - Las refacciones deberán ser fáciles de conseguir.

Con estos requerimientos deseables ya identificados, lo que sigue es saber cuál es el orden de importancia de cada uno de ellos, para así, establecer los que tienen más prioridad en el diseño, aunque lo ideal sería incluir todos, pero depende del funcionamiento del sistema, aun así, se tratará de incluir la mayor parte de los requerimientos del cliente. Para obtener el cálculo se utilizan dos valores de comparación.

(+) El cual nos indica que el requerimiento de comparación es más importante.

(-) Este indicará que el requerimiento de comparación es menos importante.

Una vez identificados los valores de comparación, se calculan los pesos relativos de cada requerimiento deseable, mediante la ecuación (1), donde  $\sum (+)$  es el número de veces que el requerimiento fue más importante respecto a los demás.

$$Ir(%) = \frac{\sum +}{Total} * 100; \text{ Valor relativo del requerimiento} \quad (1)$$

Se procede a realizar la TABLA III, donde se colocan los requerimientos deseables según el orden de importancia obtenida de los valores de comparación.

**Tabla 3.** Ponderación de los requerimientos deseables en orden de importancia.

Orden de importancia	Requerimientos Deseables	$\Sigma(+)$	Ir (%)
1	<b>A1.-</b> El sistema deberá tener conexión a WIFI	8	22.22*
2	<b>B2.-</b> El sistema tiene que ser exacto en la ubicación.	7	19.44*
3	<b>A2.-</b> El sistema deberá tener una aplicación móvil.	6	16.66*
4	<b>B3.-</b> El dispositivo deberá tener una batería duradera y recargable	5	13.88*
5	<b>A8.-</b> El sistema deberá ser resistente.	4	11.11*
6	<b>A7.-</b> El mantenimiento del dispositivo deberá ser de bajo costo.	3	8.33*
7	<b>D1.-</b> Cada dispositivo deberá tener un tamaño aproximado de. 5x3 cm/1.97x1.18pulgada	2	5.55*
	<b>Total=</b>	36	100

Traducción de los requerimientos a términos mensurables de ingeniería. Los requerimientos se deben llevar a un nivel determinable, es decir, los requerimientos que han hecho los clientes tienen que ser definidos en términos que se puedan medir en ingeniería, de manera que se enlace directamente con unidades de medición; los que no se puedan asociar directamente a una unidad de medición, se hará de una manera que se refiera a la actividad de manera explícita. En la traducción aún no se hace registro de las cantidades que desde un principio el cliente ha pedido, por lo contrario, se establecen en las metas de diseño, cuando estén establecidos los términos relacionados a la ingeniería, se podrán tener las cantidades específicas que se tengan por meta en el diseño.

**Metas de diseño:** conectar el sistema con la aplicación móvil mediante WIFI. Medir la cantidad de usuarios conectados. Mostrar un menú para que el usuario realice la opción que desee. Ver la información que mande el sistema en la aplicación sobre los usuarios. Localizar el dispositivo en tiempo real y además proporcionar la facilidad a los rescatistas de obtener información precisa de la persona que yace atrapada, para así poder inmediatamente brindar los primeros auxilios y llevar un control de las víctimas.

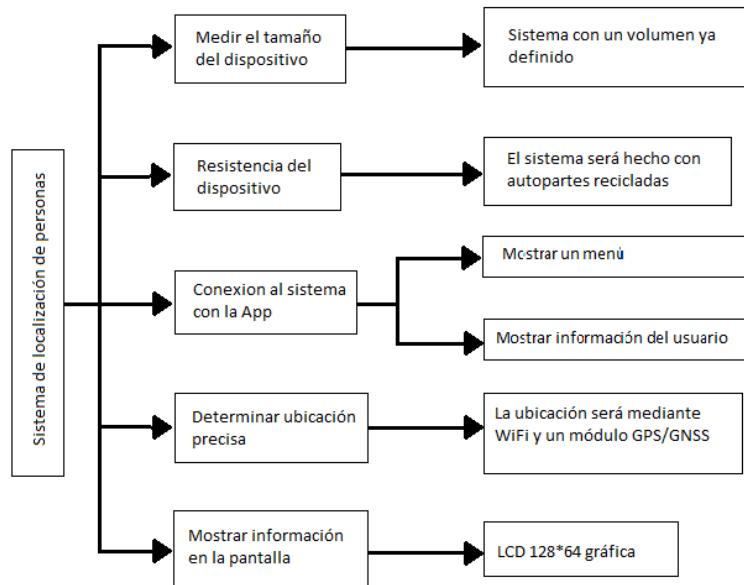
En la TABLA IV se puede observar con claridad las funciones llevadas a cabo dentro del sistema embebido, asentando una matriz de decisión, en esta se toman en cuenta los conceptos establecidos, considerando las condiciones y características dentro del sistema.

**Tabla 4.** Evaluación basada en matrices de decisión.

FUNCIONES	Conceptos			
	Calificación relativa	A	B	CD
<b>A1.-</b> El sistema deberá tener conexión a WIFI.	22.22	*	+	+
<b>B2.-</b> El sistema tiene que ser exacto en la ubicación	19.44	*	+	-
<b>A2.-</b> El sistema deberá tener una aplicación móvil.	16.66	*	+	-
<b>B3.-</b> El dispositivo deberá tener una batería duradera y recargable.	13.88	*	+	+
<b>A8.-</b> El sistema deberá ser resistente.	11.11	*	+	+
<b>A7.-</b> El mantenimiento del dispositivo deberá ser de bajo costo.	8.33	*	+	+
<b>D1.-</b> Cada dispositivo deberá tener un tamaño aproximado de 5x3 cm/1.9x1.18pulgada.	5.55	*	+	+
$\Sigma^+$	0	*	8	5
Peso total	97	*	97	61
Mejor concepto (Ranking)		3	1	2

### 3. Desarrollo.

Para comprender el funcionamiento del dispositivo, se describen a detalle todas las funciones que el sistema tiene que cumplir, se limita la función principal del sistema y las subfunciones que tiene que efectuar para que pueda llevarse a cabo. La función principal del sistema, tiene apoyo de las otras funciones de servicio y de todas aquellas acciones que ejecutará para poder acceder a la localización de las personas y su información, estas acciones pueden ser principales o de uso común, tal como se muestra en la Figura. 2.

**Figura 2.** Cuadro de proceso dentro del Sistema de localización.

Una vez establecido el análisis funcional, mediante una lluvia de ideas se proponen soluciones para resolver cada función, como se muestra en la TABLA V, de esta forma se generan los conceptos que ayudan a dar forma al sistema a diseñar. Ya que se obtienen las posibles soluciones a cada una de las funciones, se deberá realizar una etapa de evaluación, para lo cual se utilizan tres filtros que ayudan a obtener un diseño que contemple de mejor manera las funciones y las expectativas del cliente. El primer filtro es el de factibilidad, donde las posibles soluciones se evalúan tomando en cuenta que sean elementos que puedan cumplir con las funciones y no se contrapongan con algún otro requerimiento obligatorio dado por el cliente. Del primer filtro se pueden desechar los conceptos C y D, puesto que estos no cumplen de manera satisfactoria con este, pero esta idea no desechó, sino que se propuso generar una mezcla entre los conceptos, y así formar un concepto CD; de igual manera las tres funciones que no fueron factibles del concepto A son sustituidas con las soluciones que si pasaron del concepto B.

El segundo filtro es de disponibilidad tecnológica, en el cual se verifica que todas las soluciones a las funciones sean capaces de diseñarse o seleccionarse con base en los conocimientos teóricos o la tecnología actual. El tercer y último filtro es el de la evaluación de los conceptos basados en los requerimientos del cliente, para este caso en el concepto A, una de sus funciones no cumple con las expectativas del cliente, lo cual conlleva a sustituir esa función por el elemento que se propone en el concepto B, el cual si cumplió con este filtro y así no desechar todo el concepto A. En la TABLA V, se realizó una matriz de decisión, para la cual se necesitarán los requerimientos deseables y su calificación relativa, con lo que se obtendrá como resultado el concepto ganador, para esto se selecciona el concepto A como el concepto pivote, es decir, el que servirá como punto de comparación, si un concepto cumple de mejor manera el requerimiento se colocará un signo (+), y si lo cumple de igual o menor forma se colocará un signo (-).

Recordando que la fase de diseño a detalle corresponde a la generación de todas las especificaciones necesarias para la realización del producto-solución, dicho lo anterior se tomó como referencia la tecnología disponible y se llegó a que el diseño que se efectuará será el del concepto que después de realizar los filtros correspondientes se obtuvo como ganador y este fue el B, este diseño se dividirá en dos partes, la parte del hardware y la parte del *software*. Para el software se diseñará una aplicación que mostrará la ubicación de nuestro dispositivo en tiempo real, aunque estemos a una distancia considerable. Esta misma estará precisada a una aproximación de 5-10m, con un rango de variación de 1-5 de delay.

Del lado del *hardware*, se implementó un dispositivo de 5x3/1.97x1.18 plg. El cual está hecho de material reciclado como lo es aluminio y acero para una mayor resistencia, el módulo GPS/GNSS con soporte DGPS/SBAS permitirá tener una mejor ubicación. La conexión de nuestro dispositivo se llevará a cabo con un módulo Simcom de Arduino, Sim9000, el cual permitirá tener acceso a la ubicación de este sin problema alguno desde la aplicación. Esto se apegó a los requerimientos del cliente, puesto que serán fáciles de usar, portar y además de que tendrá un costo accesible.

**Tabla 5.** Generación de conceptos.

Funciones	A	B	C	D
1.-Conexión WIFI	Modulo	GSM-GPRS - Simcom Sim900 Shield – Arduino	WiFi – Arduino – ESP8266	Arduino – MKR Wifi 1010
2.- Localización del dispositivo	Por medio de conexión WiFi	Por medio modulo GPS/GNSS	Enviando señales cada segundo	Envía alertas o mensajes cuando el dispositivo este en movimiento
3.- Conexión del sistema con la App	Interfaz amigable, diseño práctico	App de bajo consumo de recursos	Diseño practico e intuitivo	Por medio de datos móviles
	Panasonic de 2100mAh	Recargable 4,8V	73,9mm x 46,0 x 19,5mm	140g

4.- Batería duradera y recargable				
5.- Resistencia del dispositivo	Recipientе hecho de <i>autopartes recicladas</i>	Cilindro hecho con acero y aluminio reciclado de los automóviles	Cilindro sellado	Dispositivo de tamaño aproximado 5x3/1.97x1.18 plg
6.- Tamaño del dispositivo	Gabinete reciclado	Cilindro de 5x3/1.97x1.18 plg	Placa Arduino Nano 4.5cm x 1.8	

En el Algoritmo 1 se muestra el pseudocódigo de la lógica implementada. Esta lógica sucede cada que una nueva petición de conexión es entrante hacia el sistema localizador, transmitiendo la señal desde el sistema embebido reflejando en el dispositivo móvil.

#### **Algoritmo 1. Sistema embebido localizador de personas**

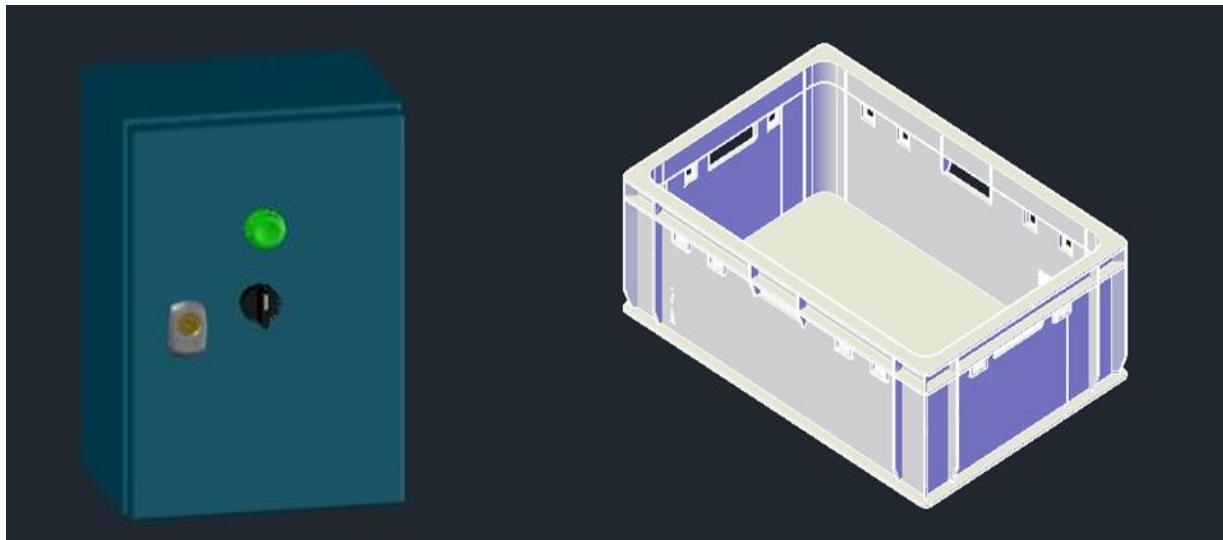
1. Inicio
2. Mientras (solicitud != falso)
3. Vincular con el dispositivo móvil.
4. Imprimir mensaje «Conectando».
5. Establecer una conexión si (conexión == verdadero) entonces
6. Imprimir «Mostrar Opciones»
7. Obtener valor recibido, opción < - valor recibido
8. Segundo opción Hacer
9. Caso = 1
- 10 Llamar función «Mostrar Datos»
11. Caso = 2
12. Llamar función «Salir»
13. Caso = Sí No
14. Imprimir «Opción Invalida»
15. Fin Segundo
16. si no
17. Imprimir «Conexión no establecida, vuelva a intentarlo»
18. Fin Si
19. Repetir
20. **FIN**

#### **Resultados.**

A continuación, en la Figura 3 se muestra una prueba del funcionamiento y cada una de las formas en que se realiza comunicación entre el sistema embebido y la aplicación móvil, la cual cabe destacar será multiplataforma. En la Figura 4 se presenta el diseño CAD del prototipo de la carcasa física en donde se alojará el sistema embebido, seguida de la del diseño propuesto para el interior de la carcasa.



**Figura 3.** Simulación del funcionamiento del sistema propuesto.



**Figura 4.** Prototipo en CAD de carcasa exterior e interior del Sistema localizador.

### Conclusiones.

En el presente trabajo se logró diseñar e implementar un prototipo de alto nivel usando un software óptimo con la metodología QFD y una interfaz de comunicación WiFi, con la finalidad de desarrollar un sistema embebido, que cumpla con la función de ser una herramienta de utilidad para los rescatistas durante la difícil labor de liberación de personas de los escombros. La metodología ya mencionada se implementó con el objetivo de obtener un diseño conceptual que cumpla con todos los requerimientos obligatorios del cliente y la mayoría de los deseables. Esto llevó a descubrir los requerimientos del cuerpo de rescatistas y la gente que en un momento esté en peligro ante estas catástrofes y así poderlos clasificar para llegar a nuestra meta de diseño y llegar al diseño del sistema.

Hasta el momento con las pruebas realizadas se puede concluir que se implementó un sistema que recopila los datos desde un celular mediante señales de WiFi, estas señales son aquellas que emiten los sistemas empotrados con el

objetivo de optimizar los datos de las personas atrapadas y así tener la ubicación próxima de estas. El sistema obtenido es adaptable ante cualquier situación adversa, cumpliendo satisfactoriamente con sus objetivos principales. En el futuro inmediato se enfocará el trabajo en la mejora de varios aspectos del diseño final del dispositivo, con el fin de obtener distintos modelos que puedan ser portados y ocultados de distintas formas.

### **Créditos.**

Los resultados presentados en este artículo fueron obtenidos gracias al apoyo del Tecnológico Nacional de México a través del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec al ofrecer la infraestructura adecuada para el trabajo a distancia en esta nueva modalidad de trabajo derivada de la pandemia por el SARS-CoV-2, sin este apoyo no hubiera sido posible esta publicación.

### **Agradecimientos.**

Los autores agradecen al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en específico a la división de Ingeniería Informática por el apoyo brindado.

### **Referencias bibliográficas.**

- Comunidad informativa, p. y. (s.f.).** *Temblores en México: Información, Historia, Estadísticas y Prevención.* Obtenido de <http://www.tembloresenmexico.com/index.php/estadisticas-sobre-temblores-en-mexico>
- Hernández, D. L. (2019).** *Implementation of a system embedded with IoT for the administration of water in home room tanks.* Reunión Internacional de Otoño, ROCC&C. Acapulco, Guerrero, México: IEEE Sección México.
- Hernández, D. L., Trejo, E. V., Juárez, T. V., & G., N. R. (2019).** *Design of mobile robot of positioning indoor.* XXVIII Reunión Internacional de Otoño, ROC&C. Acapulco, Guerrero, México: IEEE Sección México.
- Salazar, J. (Octubre de 2020).** *Redes Inalámbricas.* Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/1/00918/LM01\\_R\\_ES.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/1/00918/LM01_R_ES.pdf).
- Servicio Sismológico Nacional. (2013).** *Sismos fuertes.* Obtenido de <http://www2.ssn.unam.mx:8080/sismos-fuertes/>.
- Zócalo. (2 de Octubre de 2017).** *Zócalo.* Obtenido de [https://www.zocalo.com.mx/new\\_site/articulo/aumentan-30-los-sismos-en-mexico-en-los-ultimos-anos#:~:text=%E2%80%9CLa%20proporci%C3%B3n%20de%20construcciones%20totalmente,sector%E2%80%9D%2C%20precis%C3%B3n%20aquel%20informe](https://www.zocalo.com.mx/new_site/articulo/aumentan-30-los-sismos-en-mexico-en-los-ultimos-anos#:~:text=%E2%80%9CLa%20proporci%C3%B3n%20de%20construcciones%20totalmente,sector%E2%80%9D%2C%20precis%C3%B3n%20aquel%20informe).

### Información de los autores.



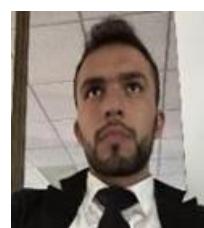
**Brandon Eduardo Trejo Nava**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, actualmente se encuentra colaborando en proyectos de desarrollo de software en general y sistemas embebidos. Sus principales intereses son software en general, sistemas computacionales y las nuevas tecnologías.



**Edgar Alejandro Fernández Ávila**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, actualmente se encuentra colaborando en proyectos de desarrollo de software en general y sistemas embebidos. Sus principales intereses son software en general, sistemas computacionales y las nuevas tecnologías.



**Luis Diego Ruiz Barajas**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, actualmente se encuentra en cursos de capacitación en programación y las nuevas tecnologías. Sus principales intereses son software en general, desarrollo de videojuegos y diseño de aplicaciones móviles.



**Josué Emmanuel Reséndiz Torres Orozco**, Alumno de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, actualmente se encuentra en marketing digital en Social Branders y Soporte Técnico Jerto Agente Seguros y Fianzas.



**Derlis Hernández Lara**, Ing. en robótica industrial egresado de la ESIME UA (2011) y M. en C. en ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales por parte del CIC (2014) en el Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec y de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Su área de interés es la aplicación de metaheurísticas para el diseño y optimización en ingeniería.

# **Diseño e implementación de un sistema embebido para la administración del agua en casas habitación.**

## **Design and implementation of an embedded system for the administration of water in houses.**

Derlis Hernández Lara\* (1).

Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.  
[derlis392@hotmail.com](mailto:derlis392@hotmail.com).

Yared Abigail Mojica Mendoza (2). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [abigail.mojica@hotmail.com](mailto:abigail.mojica@hotmail.com).

Litzy Paola Barón Velázquez (3). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. [paolabaron15@gmail.com](mailto:paolabaron15@gmail.com).

Emmanuel Tonatiuh Juárez Velázquez (4). Tecnológico Nacional de México, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, [ejuarezv@hotmail.com](mailto:ejuarezv@hotmail.com).

Deyry Jazmín Téllez Torres (5). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Eléctrica y Mecánica Unidad Azcapotzalco, [jazmiin.tellez@gmail.com](mailto:jazmiin.tellez@gmail.com).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*Este proyecto es una propuesta que utiliza internet de las cosas (IoT del inglés, Internet of Things) para obtener información del nivel de agua en los depósitos de una casa habitación, con el fin de que se tomen decisiones para la administración de este recurso natural. Para la etapa del diseño conceptual, se utilizó la metodología del despliegue de la función de la calidad (QFD del inglés, Quality Function Deployment), basada en considerar los requerimientos del cliente para la conceptualización del prototipo. El problema con los sistemas actuales, es que no permiten saber exactamente la cantidad de agua contenida en los depósitos. El sistema propuesto busca saber la cantidad de agua en cada contenedor, tener la información almacenada en una base de datos en la “Web”, generar recomendaciones de uso del líquido, controlar el llenado y vaciado de los depósitos a distancia. La principal aportación es el uso de tecnologías como internet de las cosas, cómputo en la nube e histórico de datos para apoyar a tareas cotidianas en el hogar y hacer uso de los recursos naturales de manera responsable. Los resultados experimentales conllevan a concluir que este tipo de implementaciones son de gran utilidad para resolver problemas actuales.*

**Palabras clave:** Internet de las cosas (IoT), nivel de agua en depósitos, Wifi, control del llenado.

### **Abstract.**

*This project is a proposal that uses the Internet of Things (IoT) to obtain information on the water level in the containers of a dwelling house, in order to make decisions for the administration of this natural resource. For the*

*conceptual design stage of the system, the Quality Function Deployment (QFD) methodology was used, which is based on considering the customer's requirements for the conceptualization of the prototype. The problem with current systems is that they don't allow to know exactly the amount of water contained in the tanks. The proposed system searches; know the amount of water in each container, have the information stored in a Web database, generate recommendations for the use of the liquid, control the filling and emptying of the tanks remotely. The main contribution of this the use of technologies such as the Internet of Things, cloud computing and data history; to support daily tasks at home and also make responsible use of natural resources. The experimental results lead to the conclusion that this type of implementation is very useful to solve current problems.*

**Keywords:** Internet of Things (IoT), water level in containers, Wifi, filling control.

## 1. Introducción.

Actualmente, un gran número de casas habitación en México sufre de falta de agua o constantes cortes del servicio, lo cual provoca que los habitantes adquieran tinacos, cisternas y bombas de agua. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en la CDMX 82% de las viviendas posee un tinaco, lo que indica que hay casi 2 millones 600 mil, por lo que 1.1 de cada 10 tinacos en el país estén en esta ciudad, además, el 57.9% de las viviendas cuentan con cisterna y el 64% con una bomba para movilizar el líquido ya sea hacia un tinaco o a la vivienda misma. De todas las cisternas y bombas de agua que hay en el país, en promedio el 18% están en la CDMX (Milenio, 2016). Basándose en esta información, es viable implementar un sistema que ayude a administrar el consumo del agua, facilitando a los usuarios el manejo de sus bombas y depósitos.

Se han planteado posibles soluciones a este gran problema, algunas de ellas son: “**Smart Water Metering**”, en donde se plantea que, lo que no se puede monitorear, no se puede corregir, y mediante una red de medidores inteligentes que recopile datos granulares en tiempo real a través de la red hídrica podría ayudar a identificar fugas, descubrir patrones ocultos en el consumo de agua, usar análisis predictivos para regular la demanda, suministrar y configurar alarmas para notificar anomalías (SmartNet, 2017).

El Medidor de Nivel de Agua «Tecnolevel» es un dispositivo con tecnología avanzada, ideal para medir el nivel de llenado de un contenedor como tanque, tinaco, cisterna o aljibe (ver Figura 1). Se recibe en un smartphone la información del porcentaje de llenado de agua del contenedor de manera práctica, eficiente y sencilla. Da información del llenado de contenedores mediante el ancla sensor, cable comunicador, la caja transmisora a través de la aplicación «Tecnolevel» y la tecnología Bluetooth con un alcance de hasta 10 metros de distancia (TecnoTanques, 2018).



**Figura 1.** Medidor de nivel de agua *Tecnolevel*.

Un Sistema Embebido (SE), es un sistema electrónico diseñado específicamente para realizar una determinada función (Needs, 2018), habitualmente formando parte de un sistema de mayor entidad. La característica principal es que emplea para ello un procesador digital (CPU) en formato de microprocesador, microcontrolador o procesador digital de señales (DSP del inglés, **Digital Signal Processor**), lo que le permite aportar «inteligencia» al sistema anfitrión al que ayuda a gobernar y del que forma parte (Hernández Lara, Barrera Gracias, Benítez Mora, & Álvarez López, 2106). Se plantea desarrollar un sistema bajo el estándar de comunicación IEEE 802.15.4 (Beltrán, Calveras, & Casademont, 2010), que

pueda monitorear el nivel del agua en depósitos utilizando un sensor que sustituya al flotador convencional, trabajando en conjunto con el Internet de las cosas según (Press, 2014), es la tecnología de mayor crecimiento en el mundo) al enviar datos a la Web, facilitando la administración y el consumo de agua en una casa.

## 2. Métodos.

La metodología es considerada como la enumeración descriptiva y racional de las dimensiones de un proceso de acción y de las relaciones entre ellas, que atienden un propósito determinado con el objeto de diseñar e innovar (García Melón, Cloquell Ballester, & Gómez Navarro, 2001). Para el caso del sistema propuesto, se utilizó como herramienta la metodología QFD (*Quality Function Deployment*), cuya premisa se basa en traducir las demandas expresadas del cliente (B. ReVelle, W. Moran, & A. Cox, 1998), en un producto o prototipo. El fin es someter la información y requerimientos obtenidos, a través de filtros de factibilidad, disponibilidad tecnológica y matriz de Pugh, para converger en un diseño conceptual que se apegue a la necesidad de cumplir con la función global del sistema mostrada en la Figura 2, para este caso, es monitorear y administrar el agua, las subfunciones son medir el nivel del agua en los depósitos del hogar, el caudal de la toma domiciliaria, enviar estos datos recabados a una aplicación Web para la manipulación de las bombas y la toma de decisiones correspondientes.



**Figura 2.** Árbol de funciones del diseño conceptual obtenido mediante QFD.

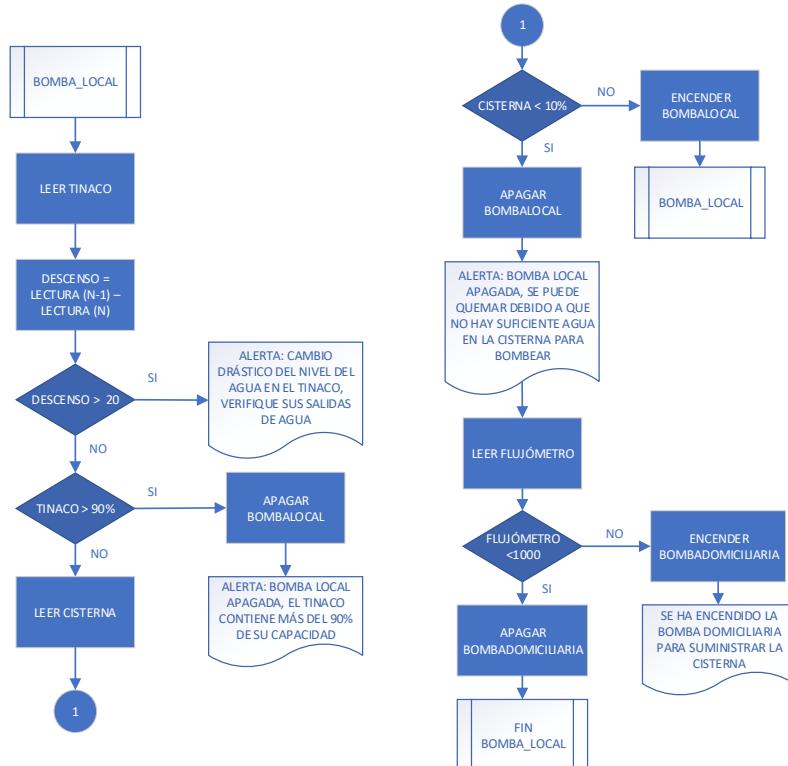
El sistema tiene tres sensores y dos bombas, y cada uno de estos dispositivos está ubicado en diferente lugar de la casa según corresponda, por lo que es necesario que cada uno de ellos este comunicado a la aplicación Web, estos dispositivos mantienen una comunicación serial en configuración Maestro/Escavo, esta requiere un conjunto de reglas que especifiquen el intercambio de datos u órdenes. Estas pautas definen lo que se conoce como un protocolo de red o también un protocolo de comunicación. En este caso el intercambio se produce entre microcontroladores NodeMCU (RedUSERS, 2011).

El módulo de la bomba que suministra agua al tinaco funge con el rol de maestro en el sistema, en este módulo se verifica que el nivel de agua en el tinaco sea menor al 90% y que el de la cisterna sea más del 10%, si estas restricciones se cumplen, se procede a encender la bomba para movilizar el agua, de lo contrario se mandan alertas dependiendo de la situación en la que se encuentre el sistema, de igual forma se verifica el caudal de la toma de agua domiciliaria, si este es mayor a mil litros por hora y si la cisterna contiene menos del 90% de su capacidad, se enciende la bomba que lleva agua de la toma domiciliaria a la cisterna, este funcionamiento se muestra en el Diagrama de Flujo 1.

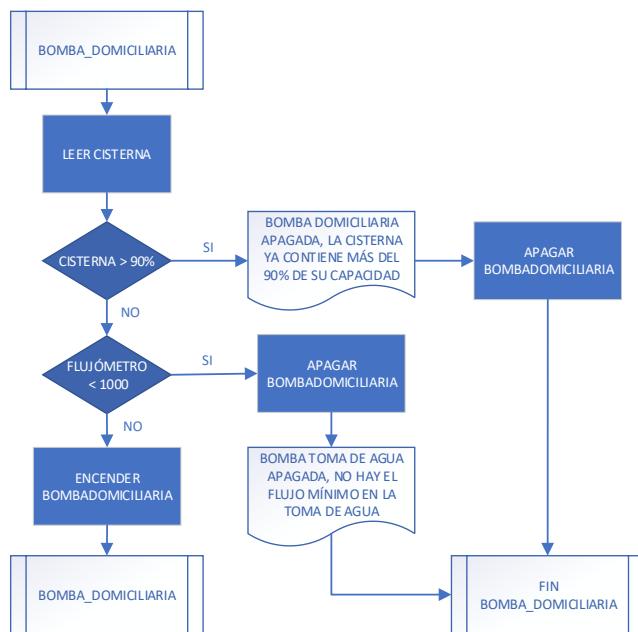
Si el usuario intenta forzar el encendido de cualquiera de las bombas cuando las condiciones no son óptimas, el sistema mandará una alerta especificando por qué no es posible encenderla. El proceso del módulo de la bomba domiciliaria

se llama a sí mismo, para validar los valores de la cisterna y del flujómetro para detener cuando alguno de ellos no sea ideal para continuar con el llenado de la cisterna, en el Diagrama de Flujo 2 se puede visualizar este proceso.

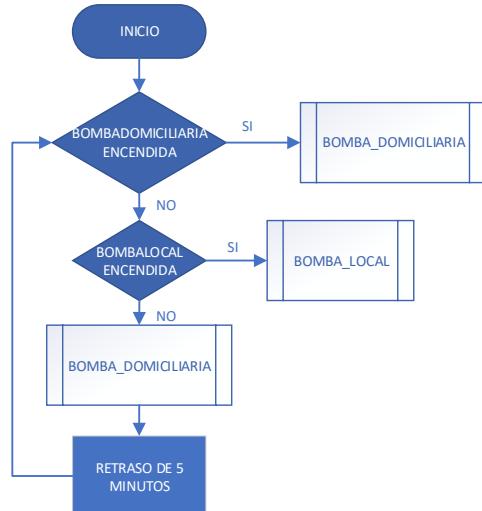
Ahora bien, la operatividad de la bomba local y de la bomba domiciliaria son subrutinas que intervienen en el funcionamiento automático y manual del sistema, es decir, cuando el sistema detecta que una bomba fue activada manda a llamar su respectivo método, esto crea un bucle de instrucciones que no permite apagar la bomba hasta que los depósitos tengan la cantidad óptima de agua, las condiciones no sean favorables para seguir con el suministro o bien, hasta que el usuario apague la bomba manualmente desde la aplicación Web, en el Diagrama de Flujo 3 se presenta el comportamiento algorítmico del programa principal.



**Diagrama de Flujo 1.** Funcionamiento de la bomba local en el sistema.



**Diagrama de Flujo 2.** Funcionamiento de la subrutina bomba domiciliaria en el sistema.



**Diagrama de Flujo 3.** Funcionamiento general del sistema.

Los dispositivos instalados a lo largo del hogar cuentan con una programación que les permite enviar los datos que obtienen de sus sensores o del estado en el cual se encuentran, esta transferencia de datos mediante red inalámbrica corresponde al Internet de las cosas, debido a que este se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet (Rose, Scott, & Lyman, 2015). La programación de los microcontroladores manda la información recabada por sus sensores al servidor, es decir, a la aplicación Web.

Los módulos que encuentran instalados en el tinaco y la cisterna tienen sensores ultrasónicos que permiten medir la distancia que hay entre el sensor y la superficie del agua, con una ecuación en el servidor se calcula el nivel de agua

del contenedor teniendo en cuenta su capacidad de almacenamiento. Estos sensores determinan la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas, el cabezal del sensor emite una onda y mide el espacio al objeto contando el tiempo entre la emisión y la recepción de la señal.

La velocidad del sonido es de 343 m/s en condiciones de temperatura 20 °C y 50% de humedad (Gutierrez, 2019), utilizaremos esa información para calcular la rapidez aproximada a la que viaja la onda ultrasónica emitida por el sensor, como se muestra en la ecuación 1, en la que se transformó la unidad de medida, dando como resultado que el sonido tarda 29,2 microsegundos en recorrer un centímetro. De esta manera, se obtiene la distancia a partir del tiempo entre la emisión y recepción del pulso mediante la ecuación 2. El motivo de dividir por dos el tiempo es debido a que se ha medido el tiempo que el pulso tarda en ir y volver, por lo que la distancia que se obtiene es el doble de la que se desea medir.

$$\left(343 \frac{m}{s}\right) * \left(\frac{100 cm}{1 m}\right) * \left(\frac{1 s}{1000000 \mu s}\right) = \frac{1}{29.2} \frac{cm}{\mu s} \quad (1)$$

$$Distancia(cm) = \frac{Tiempo (\mu s)}{29.2 \cdot 2} \quad (2)$$

Ahora bien, se consideran tres factores del contenedor para evaluar su nivel de agua, primero, no se evalúa su capacidad de almacenamiento sino su altura, dado a que existen depósitos de diferente volumen, de esta manera solo se ingresa la longitud del depósito, lo segundo a considerar es el tamaño del módulo a instalar en la cisterna o el tinaco, esto con el propósito de crear un límite máximo de lo que puede subir el agua en el contenedor, y por último, la distancia que hay entre el sensor del módulo y la superficie del agua. De esa manera, utilizando esos valores, la operación que se implementó para calcular la altura del agua del depósito se muestra en la ecuación 3 y finalmente en la ecuación 4 se muestra el nivel del agua en porcentaje, esto se considera para cada contenedor.

$$Altura \text{ del agua} = (Longitud \text{ del contenedor} - Espesor \text{ del módulo}) - Distancia \text{ medida por el sensor} \quad (3)$$

$$Porcentaje = \left( \frac{Altura \text{ del agua}}{Longitud \text{ del contenedor}} \right) * (100) \quad (4)$$

En el Algoritmo 1 se muestra el pseudocódigo de la lógica implementada, cabe mencionar que este programa se ejecuta cada que las subrutinas bomba local o bomba domiciliaria verifiquen el nivel de agua en los depósitos. El funcionamiento del sistema se muestra en la Figura 3.

---

#### Algoritmo 1. Algoritmo de los módulos cisterna y tinaco

---

1. Declarar y configurar pines de entrada y salida. /\*Inicio del algoritmo\*/
2. Configurar red a la cual el microcontrolador se va a conectar.
3. Declarar dirección del servidor.
4. Conectar a la red Wifi.
5. Si falla la conexión mandar un mensaje de error y finalizar el programa.
6. Medir la distancia entre el sensor y la superficie del agua del depósito según la ecuación 3.
7. Conectar al servidor.
8. Si falla la conexión mandar un mensaje de error y finalizar el programa.
9. Crear URL de petición (*Query*) al servidor (Dirección del archivo PHP, distancia medida por el sensor y dirección del servidor).
10. **WHILE** Conexión disponible **DO**
11. Enviar petición al servidor.
12. Leer y mostrar todas las líneas de respuesta del servidor.
13. Mostrar todas las líneas de respuesta del servidor.
14. **END WHILE**

---

 15. Cerrar conexión.
 

---



**Figura 3.** Diagrama del esquema general del sistema.

El servidor almacena la base de datos, y esta a su vez alimenta a la aplicación Web denominada *AppWater*, en el programa principal hay un conjunto de funciones, procedimientos almacenados y disparadores que controlan el comportamiento del sistema, además de enviar y recibir los datos de la aplicación. La conexión de la base de datos a la aplicación Web se da gracias a la extensión MySQLi (*MySQL Improved*), esta es un controlador de base de datos relacional que proporciona una interfaz con base de datos MySQL utilizado el lenguaje script PHP, esta interface expone una API para permitir que las instalaciones de la extensión se utilicen mediante la programación.

Por último, la aplicación Web se encarga de mostrar todos los datos solicitados por las subrutinas bomba local y bomba domiciliaria junto con su hora de actualización, no obstante, por cuestiones de prueba la aplicación se implementó en un servidor local haciendo una comunicación a través de intranet, la cual es parte del diseño conceptual, una vez validadas estas pruebas se implementará el sistema en un sitio web accediendo a ella a través de internet. En la Figura 4 se observa la aplicación Web que muestra la información y controla el sistema.



**Figura 4.** Aplicación Web que controla y monitorea el sistema.

El proyecto de *Smart Water* que se desarrolló, busca plantear un sistema embebido con *IoT* para la administración del agua en casas habitación, presentar esta innovación tecnológica como método para disminuir la huella hídrica, a largo plazo implicaría un impacto social en la cultura del agua. Con respecto al desarrollo tecnológico, busca mejorar la calidad de vida de las personas mediante la domótica, ya que se proporciona una gran variedad de ventajas, entre las que se pueden destacar el ahorro de energía, el incremento en los niveles de seguridad, mayor y mejor control centralizado, mejor comunicación, optimización de recursos, automatización, ahorro de tiempo, se incrementa el valor de la propiedad, compatibilidad, garantía de funcionalidad en el futuro y un alto grado de confort.

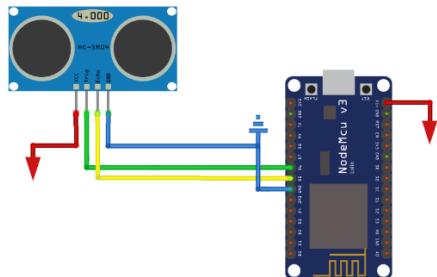
Referente al **software**, hará que el usuario tenga un mejor control sobre sus recursos hídricos, ya que tendrá a la mano la información necesaria para llevar una buena administración. Por otra parte, el diseño del hardware ayuda a ser adaptable a cualquier hogar, porque al ser inalámbrico los módulos podrán ser instalados sin necesidad de modificar la arquitectura o depósitos de la vivienda. Sin embargo, debido a las herramientas tecnológicas empleadas en el desarrollo del **hardware** y **software**, se obtiene un sistema alcanzable a nivel industrial, o incluso para organismos especiales cuya responsabilidad es administrar, regular, controlar y proteger las aguas nacionales en México formando parte de las *Smart Cities* y de la Industria 4.0, porque hace énfasis en la tecnología digital, la interconectividad a través de la internet de las cosas, acceso a datos en tiempo real, sistemas ciberfísicos, aprovechamiento de datos instantáneos aumentando la productividad y mejora de procesos que impulsan el crecimiento.

### 3. Resultados.

Para probar el sistema se realizaron pruebas en un prototipo utilizando botes que simularon los depósitos en los que se almacena el agua, así como los respectivos componentes del sistema. En la Figura 5 se observa el diagrama de conexión de los módulos en los depósitos, donde se conecta el sensor ultrasónico con el microcontrolador NodeMCU, estos módulos recopilan los datos sensados y los mandan al servidor mediante wifi, para que estos puedan visualizarse en la aplicación Web. Mientras que, en la Figura 6 se muestran los sistemas de medición implementados físicamente en dos depósitos de agua.

Así también, en la Figura 7 se muestra el esquemático de conexión de los módulos de las bombas, donde el motor graficado representa la máquina en cuestión, y en la Figura 8 se observa la conexión del microcontrolador con el caudalímetro. Mientras que, en la Figura 9 se presenta el circuito físico con los NodeMCU, donde dos de ellos corresponden a los sistemas de medición y el tercero a el sistema de control. En Figura 10 se expone el prototipo completo de manera posterior.

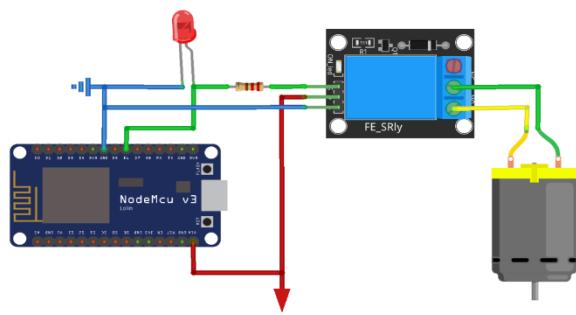
Además, se muestran capturas del sistema donde se puede observar el funcionamiento de la aplicación Web cumpliendo las restricciones del programa principal y sus subrutinas. En la Figura 11 se observa el estado del sistema, mientras que en la Figura 12 se percibe su respectiva alerta si se intenta encender la bomba local cuando el tinaco esta casi al máximo de su capacidad. En la Figura 13 se ve el estado del sistema, mientras que en la Figura 14 la alerta cuando hay un cambio repentino del nivel de agua en poco tiempo.



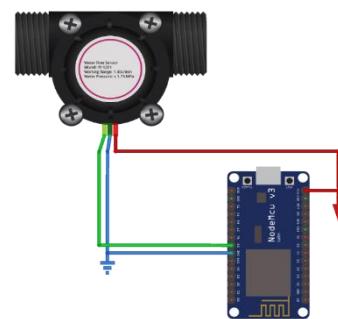
**Figura 5.** Esquemático de conexión entre el sensor ultrasónico y el NodeMCU.



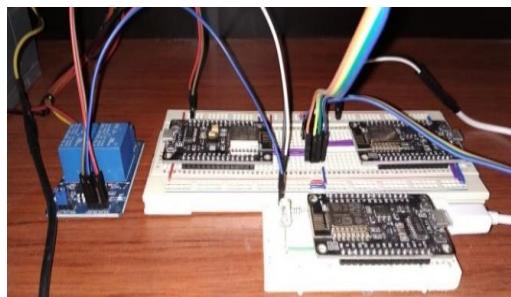
**Figura 6.** Sistema de medición, ejemplificando el tanque y la cisterna



**Figura 7.** Diagrama esquemático de conexión del control de las bombas.



**Figura 8.** Diagrama esquemático de conexión del NodeMCU y el caudalímetro.



**Figura 9.** Circuito físico con NodeMCU implementado.



**Figura 10.** Vista posterior del prototipo implementado.



**Figura 11.** Captura del estado del sistema.



**Figura 12.** Captura de la alerta.



**Figura 13.** Captura del estado del sistema.



**Figura 14.** Captura de la alerta.

## Conclusiones.

Después de aplicar la metodología QFD, se obtuvo el diseño de un sistema que proporciona información hacia una aplicación Web, para que el usuario tenga datos que le ayuden en la toma de decisiones y administración del agua en casas habitación. Se ha logrado que los módulos instalados en la toma de agua, los depósitos y las bombas envíen los datos necesarios vía Wifi al servidor, haciendo que la aplicación Web muestre el caudal de la toma domiciliaria, los niveles de agua de los depósitos de la casa, así como controlar el llenado de estos, además de mostrar la hora de última actualización, por lo que se alcanzó el objetivo de implementar un sistema embebido mediante el internet de las cosas que funcione adecuadamente. Por otro lado, los dispositivos NodeMCU de los módulos se programaron mediante la plataforma Arduino IDE. Después de realizar las pruebas correspondientes en el prototipo de alto nivel, se reporta que el sistema ejecuta correctamente las instrucciones que recibe de la aplicación, respetando las condiciones de llenado; la implementación de este tipo de sistemas mediante tecnologías contemporáneas como la conectividad a internet, es de gran ayuda para la obtención de datos que al ser procesados se convierten en información que ayuda a los usuarios a la toma de decisiones.

## Agradecimientos.

Los autores agradecen al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en específico a la división de Ingeniería Informática por el apoyo brindado.

## Referencias bibliográficas.

- B. ReVelle, J., W. Moran, J., & A. Cox, C. (1998).** *The QFD Handbook*. México: Ilustrada.
- Beltrán, V., Calveras, A., & Casademont, J. (2010).** *Redes de comunicaciones: De la telefonía móvil a internet*. Barcelona, España: Univ. Politèc. de Catalunya. Recuperado el Abril de 2020, de [https://books.google.com.mx/books/about/Redes\\_de\\_comunicaciones.html?id=2D9FO9nX-XsC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.mx/books/about/Redes_de_comunicaciones.html?id=2D9FO9nX-XsC&redir_esc=y)
- García Melón, M., Cloquell Ballester, V. A., & Gómez Navarro, T. (2001).** *Metodología del diseño industrial*. Valéncia, España: Universidad Politécnica de Valéncia.
- Gutierrez, F. (28 de Marzo de 2019).** *La Gaceta Científica Ar.* Recuperado el Junio de 2020, de <https://gacetacientifica.wordpress.com/2019/03/28/aviacion-que-significa-la-velocidad-mach-1/>
- Hernández Lara, D., Barrera Gracías, Á., Benítez Mora, M. A., & Álvarez López, J. (2016).** *Conceptual design of electronic storage device and counting coins*. 8vo Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas (CIIES 2016). CDMX.
- Milenio. (15 de Febrero de 2016).** *Obtenido de Milenio*: <http://www.milenio.com/politica/ciudad-de-tinacos-bombas-y-cisternas>
- Needs, P.-c. A. (2018).** *Ingeniería De Los Sistemas Embebidos (Hardware)*. Obtenido de [http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE5\\_3\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE5_3_1.pdf)
- Press, G. (2014).** *Internet of Things By The Numbers: Market Estimates And Forecasts*. Forbes( <http://onforb.es/1sbsXoM>).
- RedUSERS. (2011).** *Microcontroladores*. Grand Bourg, Argentina: FoxAndina. Recuperado el 18 de Junio de 2020, de

[https://books.google.com.mx/books?id=V1wLsfO1114C&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=V1wLsfO1114C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

**Rose, K., Scott, E., & Lyman, C. (Octubre de 2015).** *La Internet de las cosas - Una breve reseña.* (K. Rose, E. Scott, & C. Lyman, Edits.) Geneva, Switzerland: The Internet Society (ISOC). Recuperado el 22 de Abril de 2020, de Internet Society: <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>

**SmartNet. (16 de Diciembre de 2017).** *IoT para la gestión inteligente del agua.* Obtenido de <http://www.smartnet.com.co/iot-para-la-gestion-inteligente-del-agua/>

**TecnoTanques. (24 de abril de 2018).** *Medidor Inalámbrico de Nivel de Agua.* Recuperado el 6 de febrero de 2020, de <https://tecnotanques.com/medidor-inalambrico-de-nivel-de-agua/>

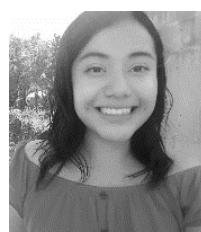
### Información de los autores.



**Derlis Hernández Lara**, Ing. en robótica industrial egresado de la ESIME UA (2011) y M. en C. en ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales por parte del CIC (2014) en el Instituto Politécnico Nacional, México. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec y de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México. Sus áreas de interés son la aplicación de metaheurísticas para el diseño y optimización en ingeniería, la implementación de sistemas embebidos para garantizar la seguridad alimentaria, inteligencia artificial y la robótica.



**Yared Abigail Mojica Mendoza**, estudiante destacada la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2017 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Ha participado en diversos eventos académicos y científicos, además de realizar una estancia en *Lakehead University English Language Centre*, Canadá. Sus principales áreas de interés son el desarrollo *front end*, diseño y mercadotecnia digital, programación e implementación de sistemas de información.



**Litzy Paola Barón Velázquez**, estudiante de la carrera de Ing. Informática en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, desde 2019 se encuentra colaborando en proyectos de investigación y sistemas embebidos. Sus principales intereses son las bases de datos, los sistemas computacionales y las nuevas tecnologías.



**Emmanuel Tonatiuh Juárez Velázquez**, Ingeniero en electrónica y comunicaciones (IEC'99), egresado del Tecnológico de Estudios superiores de Monterrey (1999), Maestro en ingeniería de sistemas computacionales por el TESE (2016) y Dr. en comunicaciones y electrónica por el IPN. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec y de la UNITEC. Sus principales intereses son los sistemas embebidos, la seguridad informática, las telecomunicaciones y las redes de sistemas de cómputo.



**Deyry Jazmín Téllez Torres**, Ingeniero en Robótica Industrial del Instituto Politécnico Nacional, destacada por ser una excelente estudiante durante su formación académica. Ha tenido participación en 2 congresos de investigación, los cuales fueron llevados a cabo en Nayarit y Argentina, además de una estancia de investigación en la Universidad de Antofagasta, Chile. Sus principales intereses son la robótica, el altruismo, y el diseño e implementación de soluciones a necesidades reales de la sociedad.

# **Estrategias de enseñanza en ambientes virtuales para incrementar el rendimiento académico.**

**Teaching strategies in virtual environments to increase academic performance.**

María Aurora Burgos Cano (1).  
Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tizimín.  
[auroraburgos06@gmail.com](mailto:auroraburgos06@gmail.com).

Miguel Ángel Couoh Novelo\* (2). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tizimín,  
[miguelcouoh@gmail.com](mailto:miguelcouoh@gmail.com).

Julio Esaú Fernández Rosado (3). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tizimín,  
[julioesaufernandezrosado@gmail.com](mailto:julioesaufernandezrosado@gmail.com).

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

## **Resumen.**

*En la actualidad la educación sufrió un gran cambio con la llegada de la pandemia Covid-19 provocando que esta se digitalice, que los estudiantes tomen las clases de manera virtual y los profesores busquen nuevas formas o estrategias para que los alumnos tengan un buen rendimiento a la hora de adquirir nuevos conocimientos; apoyándose con una entrevista a los profesores del ITT se lograron conocer las estrategias utilizadas durante las sesiones en línea, para la selección de los profesores se tomaron en cuenta a los que obtuvieron un incremento en sus materias durante el ciclo escolar enero - junio 2020 que fue mayormente virtual comparado con el ciclo escolar 2019 que fue completamente presencial.*

**Palabras clave:** Educación, educación a distancia, estrategias educativas.

## **Abstract.**

*Currently, education underwent a great change with the arrival of the Covid-19 pandemic, causing it to be digitized, students taking classes virtually and teachers looking for new ways or strategies so that students have a good performance at when acquiring new knowledge; Supporting an interview with the ITT teachers, it was possible to know the strategies used during the online sessions, for the selection of the teachers, those who obtained an increase in their subjects during the January - June 2020 school year were taken into account. mostly virtual compared to the 2019 school year, which was completely face-to-face.*

**Keywords:** Education, distance education, educational strategies.

## **1. Introducción.**

De acuerdo con Camacho, Lara y Sandoval (2016) la sociedad del conocimiento y de la información se encuentra en una época digital donde los cambios tecnológicos, pedagógicos y comunicacionales evolucionan constantemente, principalmente en el sector educativo.

La pandemia ocasionada por el covid-19 provocó cambios en la sociedad apostando por una cultura digital que según Moreno (2017) conlleva la expansión del conocimiento sin límite de fronteras, a través de la implementación de modalidades; presencial, bimodal, virtual entre otras.

En la actualidad, los alumnos permanecen en confinamiento en sus hogares debido a la pandemia del Covid-19, esto afectó a todos los servicios en el mundo y la educación no es la excepción, esta situación dio parte a la creación de un listado de estrategias que ayuden a los alumnos a incrementar su rendimiento académico, ya que estando en sus hogares tomando clases pueden tener diversas dificultades o distractores. Según Allen (2016) algunos distractores pueden ser la iluminación, ruido, así como la complejidad del tema, los aparatos electrónicos y celulares que se convierten en factores que pueden afectar el aprendizaje.

El objetivo general es crear una lista de las estrategias que los maestros pueden aplicar a los estudiantes en estos entornos de aprendizaje virtual, brindando alternativas para el acceso a la educación, además de fortalecer y facilitar los procesos de aprendizaje, ya que con las estrategias obtenidas el estudiante se convierte en el protagonista y el docente en el mediador.

Esto implica que ambos actores desarrollen nuevas competencias que les permitan desempeñarse de manera adecuada en estos entornos y así lograr los objetivos propuestos (Monje, 2011), sin embargo, para la implementación se requiere de estrategias de enseñanza que conlleve el desarrollo de recursos y actividades educativas en la adquisición de conocimientos.

Monje (2011) define como recurso cualquier material que se utiliza con un fin didáctico o para el desarrollo de actividades formativas, pueden usarse en un contexto educativo determinado, aunque no hayan sido creados inicialmente con esta intención.

Camacho, Lara y Sandoval (2016) expresan que por actividad educativa se entiende el conjunto de acciones o tareas que posibilitan al participante aprender los contenidos, las mismas deben ser planificadas previamente por el docente. Para el uso de recursos y actividades en el contexto de entornos virtuales de aprendizaje o en el diseño de cursos en esta modalidad, se hace énfasis en el uso y manejo de herramientas propias contenidas en la plataforma educativa a usar (San Martín, 2017).

## **2. Antecedentes.**

De acuerdo con Pacheco (2016) las últimas décadas del siglo XXI, se han caracterizado por un impresionante desarrollo y dinamismo en la educación, gracias a la implementación de estrategias de aprendizajes dadas en parte por la psicología de la educación y la pedagogía. Las estrategias de aprendizaje pueden generar un efecto positivo o negativo en el desempeño académico de los estudiantes, de allí la importancia de estas.

González y Flores (2005) mencionan que las estrategias de aprendizaje son las acciones y pensamientos que ocurren en los estudiantes durante la adquisición de un conocimiento, con gran influencia en el grado de motivación que propicia el docente, no se trata sólo del manejo de técnicas o habilidades específicas en la elaboración de actividades, sino de considerar contextos, características y necesidades.

Gómez (2010) identifica tres teorías en la educación a distancia: 1) la de la autonomía e independencia, 2) la de la interacción y la comunicación y 3) la de la industrialización. En la primera (autonomía e independencia), se señala la importancia no sólo de facilitar el acceso a la educación, sino también de promover la independencia y autonomía del

estudiante. En la teoría de la interacción y comunicación se menciona la importancia de cuidar el diseño de materiales didácticos: bien elaborados, autoeducativos y generar comunicación de doble vía.

El participante de programas de educación a distancia se enfrenta a un aprendizaje autodirigido, autónomo y autorregulado, conocidos como los tres autos del aprendizaje (Valenzuela, 2000). Por lo tanto, las estrategias en la modalidad de aprendizaje virtual deben considerar estos tres aspectos.

De esta manera, (García, 2017 citado en Sanabria, 2020) establece las siguientes ventajas de la educación virtual: Los estudiantes con cierta madurez tienen la posibilidad de trabajar a su propio ritmo: la virtualidad favorece su rol de protagonistas en el proceso de aprender. Un buen diseño les permite decidir cuándo, cómo y con qué aprender.

Las herramientas de comunicación online entre el docente y el estudiante, así como entre ellos, pueden propiciar aprendizajes colaborativos.

Esta modalidad ofrece la posibilidad, tanto al estudiante como al docente, de comunicarse y manejar información en distintos formatos y medios.

### **3. Métodos.**

En esta investigación se generó un listado de los docentes del ITT que tuvieron incremento en aprovechamiento en las asignaturas impartidas en el periodo enero-junio 2019 comparándolo con el periodo enero-junio 2020, esto con la finalidad de obtener las estrategias que estos implementaron en sus clases, para ello se recurrió a video entrevistas por medio de la herramienta virtual ZOOM, así mismo en la herramienta Google forms se formuló una encuesta para ambos periodos con el mismo fin.

Los maestros que se entrevistaron se obtuvieron de la comparación del ciclo escolar enero-junio 2019 con enero-junio 2020 basándose en las actas que expiden cada fin de curso, en estas actas se puede apreciar el porcentaje de aprobados y reprobados del grupo.

Del total de los maestros que obtuvieron un incremento en el porcentaje de aprobados en el curso de enero-junio 2020, del 100% solo participó el 75% que accedió a las entrevistas para poder obtener las estrategias que implementaron en el ciclo escolar mencionado anteriormente.

Todos los resultados obtenidos se analizaron de manera sistemática, en primera instancia se evaluó a los profesores, seguidamente se sintetizaron las evidencias que proporcionaron los maestros para obtener conclusiones válidas de las estrategias.

La investigación se realizó bajo el paradigma cuantitativo, con un diseño descriptivo, debido a que el resultado final será el listado de las estrategias utilizadas por los docentes para obtener el incremento en el rendimiento de los alumnos.

### **4. Resultados.**

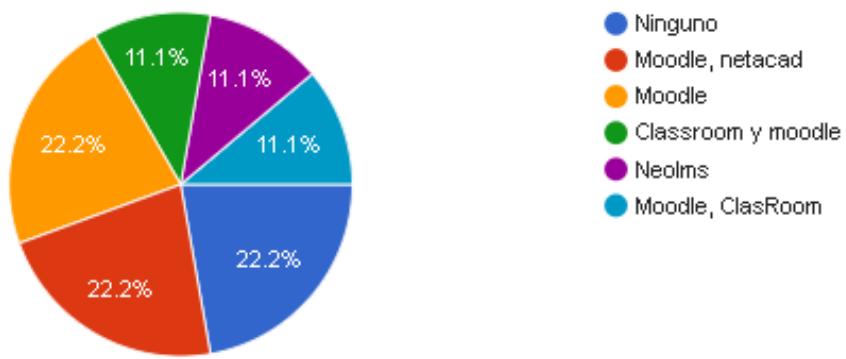
Se obtuvieron dos listados importantes, uno mencionando las estrategias que los docentes aplicaron con la o las asignaturas correspondientes, un ejemplo de estas aplicándolas antes de la pandemia, serían las prácticas de campo y laboratorios. Otras usadas durante la pandemia fueron las videollamadas y videos grabados de los alumnos. Así como también la captura de un listado y gráficas de las diferentes plataformas virtuales que los docentes utilizaron en dichos ciclos escolares.

Al terminar de entrevistar a todos los maestros que obtuvieron un incremento en el porcentaje en el ciclo escolar enero-junio 2020, se pudo extraer un listado de algunas estrategias que aplicaron los maestros y que obtuvieron buenos resultados con sus alumnos, este resultado se visualizó en el porcentaje de aprobados que tenía cada docente.

Entre las estrategias que se recolectaron en las entrevistas realizadas a los docentes del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín se encuentran las siguientes:

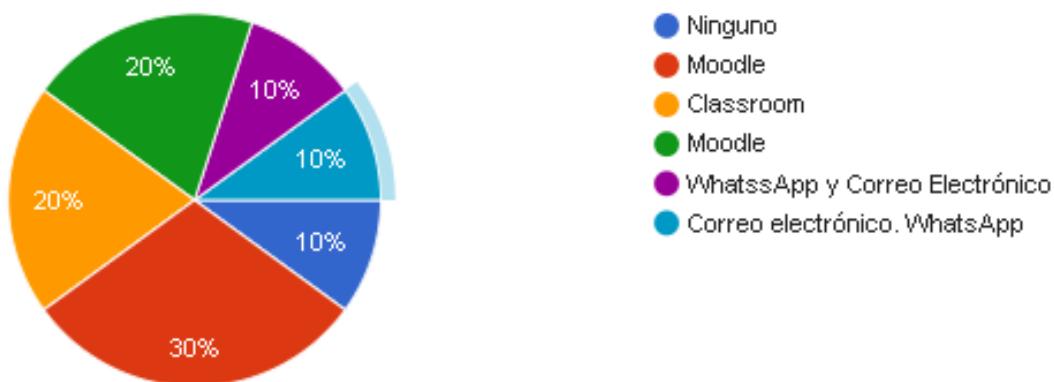
- Cursos en línea
- Proyectos grabación de un video para realización de la práctica
- Utilización de medios electrónicos para comunicación Classroom, WhatsApp, Facebook
- Empleo del software colaborativo kahoot
- Utilización de la herramienta Moodle para el envío de tareas

De los maestros que participaron e implementaron herramientas en el ciclo escolar de enero-junio 2019, las más usadas fueron Moodle y Netacad y el 20% no utilizó ningún tipo de herramientas como se aprecia en la figura 1.



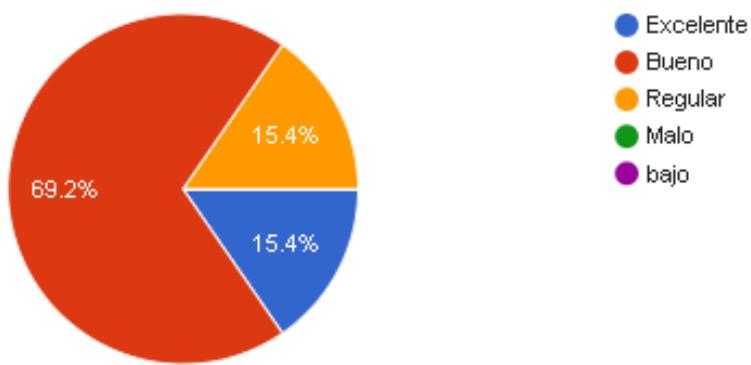
**Figura 1.** herramientas utilizadas en el ciclo escolar 2019.

En la pandemia se obtuvo un aumento en la implementación de las herramientas digitales ya que la herramienta más utilizada fue la de Moodle y del 20% de maestros que no utilizaban herramientas digitales disminuyó a 10% como se aprecia en la figura 2.



**Figura 2.** herramientas utilizadas en el ciclo escolar 2020.

De igual forma, en esta transición de la educación presencial a virtual hubo una gran aceptación por los alumnos que tomaban las clases ya que todos los alumnos se adaptaron bien a las herramientas implementadas por los maestros como se puede visualizar en la figura 3.



**Figura 3.** aceptación de los alumnos a las plataformas digitales.

De igual forma del 100% de los maestros que participaron en las entrevistas, solo el 50% expresó que antes de la pandemia utilizaban plataformas para recepción de tareas y comunicación con los alumnos, esto cambió cuando inició la pandemia puesto que del 100% de los maestros que participaron el 75% implementaron el uso de plataformas educativas para sus actividades.

### Conclusiones.

La temática general se ha centrado en la implementación del listado de estrategias para la enseñanza virtual de estudiantes de educación superior que trabajan conjuntamente sobre un tema concreto, mediante un foro asincrónico. Se ha puesto el foco de atención en los resultados de los estudiantes, tanto a nivel individual como de grupo

Las estrategias de enseñanza, en diferentes de ambientes, vienen a facilitar los procesos educativos de transmisión y apropiación del conocimiento utilizando elementos como los recursos educativos, materiales didácticos y actividades los cuales colaboran en la consecución de los objetivos planteados.

El primer objetivo ha sido conocer cuáles son las estrategias que los docentes utilizan y si ayudan a incrementar el rendimiento de los alumnos en la modalidad virtual. El resultado se valora en función de la diferencia entre las calificaciones obtenidas por los estudiantes antes y después del cambio en la modalidad.

### Créditos.

Se comparte los créditos con el Instituto Tecnológico de Tizimín por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para la elaboración de este proyecto y a los asesores del proyecto de investigación educativa.

## Agradecimientos.

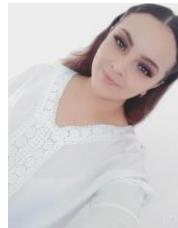
Agradezco enormemente al instituto Tecnológico de Tizimín por la formación que me ha brindado a lo largo de estos años, por ser parte de la experiencia en el transcurso, sobre todo de contar con excelentes docentes que me brindaron las herramientas y conocimientos necesarios para su implementación, administración y monitoreo de estas plataformas de Aprendizaje en línea.

Agradezco a los compañeros de equipo que me ayudaron con sus experiencias y con su profesionalismo, y al Dr. Miguel Couoh quien con su apoyo me guió a través de cada una de las etapas de este proyecto para alcanzar los resultados planteados.

## Referencias Bibliográficas.

- Allen, B. (2016).** Observar punto el trabajo de los estudiantes: Una Guía para Mejorar la Enseñanzas y el Aprendizaje. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario
- Camacho Zúñiga, M. G., Lara Alemán, Y., & Sandoval Díaz, G. (2016).** Diseño curricular para Entornos Virtuales de Aprendizaje en la Universidad Técnica Nacional, Costa Rica. Recuperado de <http://recursos.portaleducoes.org/sites/default/files/VE16.754.pdf>
- González, O., Flores, M. (2005).** El trabajo docente. Enfoques innovadores para el diseño de un curso. México: Editorial Trillas.
- Gómez, L. (2010).** Un espacio para la investigación documental. Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica, 1 (2), 226-233. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4815129>
- Sanabria, I. (2020).** Educación virtual: oportunidad para “aprender a aprender”. Análisis Carolina. Serie: Formación virtual. Recuperado de <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2020/07/AC-42.-2020.pdf>
- San Martín, D. (2017).** Teoría fundamentada y Atlas.ti: recursos metodológicos para la investigación educativa. Revista Electrónica de Investigación Educativa, <http://redie.uabc.mx/vol16no1/contenido-sanmartin.html>
- Moreno, M. (2017).** Educación a distancia universitaria en el despertar del siglo XXI. La educación a distancia en México, Una década de sostenido esfuerzo institucional. Experiencias y perspectivas. México: Universidad Autónoma de Guadalajara.
- Pacheco, M. (2016).** Estrategias de Aprendizajes para el Desempeño Académico de Estudiantes en Instituciones de Educación Básica Secundaria. Escenarios, 14 (2), p,p 60-71 DOI: <http://dx.doi.org/10.15665/esc.v14i2.932>
- Valenzuela, J. (2000).** Los tres “autos” del aprendizaje estratégico en educación a distancia. Revista de la Escuela de Graduados en Educación, (2), 1 y 3-11. Recuperado de <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/578193/Los%20tres%20autos%20del%20aprendizaje%20estrat%C3%A9gico%20en%20la%20educaci%C3%B3n%20a%20distancia.pdf>

### Información de los autores.



**María Aurora Burgos Cano**, Colaboradora del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín, egresada del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín de la Ingeniería Informática.



**Miguel Ángel Couoh Novelo**, Profesor del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín, Licenciado en Ciencias de la Computación por la UADY, Maestro en ciencias de la Computación por el ITESM campus Cuernavaca, Doctor en Educación por la Universidad del Sur, líder del cuerpo académico Innovación Tecnológica.



**Julio Esau Fernandez Rosado**, Colaborador del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín, egresado del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín de la Ingeniería Informática.

# **Estudio del uso de las aplicaciones móviles para potencializar el desarrollo del comercio electrónico en los estudiantes.**

## **Study of the use of mobile applications to enhance the development of electronic commerce in students.**

Juan Carlos Hernández Valenzuela\* (1).  
Instituto Tecnológico Superior de Mulegé.  
[juan.hv@mulege.tecnm.mx](mailto:juan.hv@mulege.tecnm.mx).

Antonio Meza Arellano (2). Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, [antonio.ma@mulege.tecnm.mx](mailto:antonio.ma@mulege.tecnm.mx).

Jesús David Sánchez Martínez (3). Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, [1161061072@itesme.tecnm.mx](mailto:1161061072@itesme.tecnm.mx).

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*El presente artículo muestra los resultados del estudio uso de las aplicaciones móviles para potencializar el desarrollo del comercio electrónico en los estudiantes, con el fin conocer la interacción que tienen los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, ante estas aplicaciones, así como su comportamiento como consumidores, donde se aplicó el método exploratorio-descriptivo. Mediante la herramienta de la encuesta, con una muestra poblacional de 62 estudiantes. Los resultados obtenidos indican que en la institución se fomenta el uso de estas herramientas para realizar diversas actividades como búsqueda de información, mantenerse en comunicación, entretenimiento, investigación, tareas y actividades comerciales como la compra de artículos de manera online promoviendo así el uso del comercio electrónico.*

**Palabras clave:** Comercio electrónico, aplicaciones móviles, dispositivos móviles, consumidor, tecnología.

### **Abstract.**

*This article shows the results of the Study of the use of mobile applications to enhance the development of electronic commerce in students, in order to know the interaction that students of the Higher Technological Institute of Mulegé have with these applications, as well as their behavior as consumers, where the exploratory-descriptive method was applied. Using the survey tool, with a population sample of 62 students. The results obtained indicate that the institution encourages the use of these tools to carry out various activities such as searching for information, staying in communication, entertainment, research, tasks and commercial activities such as buying items online, thus promoting the use of commerce. electronic.*

**Keywords:** E-commerce, mobile applications, mobile devices, consumer, technology.

## 1. Introducción.

En la actualidad la tecnología ha logrado modificar la forma en que se realizan algunas actividades, ha generado grandes cambios en los diversos mercados, se han transformado los procesos y las estrategias en las organizaciones y sin duda alguna han modificado la forma en que se interactúa como sociedades e individuos

Es por ello, por lo que es importante realizar estudios que ayuden a conocer el impacto y el crecimiento que la tecnología por medio de aplicaciones móviles ha tenido en diversos sectores de la sociedad, en este caso en el ámbito de la educación, información y la adquisición de compra y venta de productos por medio de estas tecnologías.

Por lo que la presente investigación se desarrollada en la comunidad de Santa Rosalía, Baja California Sur, en la que se busca conocer la utilización de aplicaciones móviles por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Mulegé (ITESME) con el fin de conocer el comportamiento del consumidor ante estas tecnologías, así como potencializar el desarrollo del comercio electrónico en los estudiantes.

## 2. Métodos.

Primero que nada, esta investigación se llevó a cabo mediante el método exploratorio y descriptivo, aplicado en el Instituto Tecnológico Superior de Mulegé a los estudiantes de las 8 distintas carreras que ofrece la institución. Por lo que se busca acercarse a los estudiantes y obtener las características y los perfiles de las personas, cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, que permitirá medir, evaluar, recolectar datos del fenómeno a investigar.

Posteriormente se acudió a las oficinas de control escolar en el que se preguntó por la población estudiantil, la cual cuenta con una matrícula de 550 estudiantes.

Inmediatamente se diseñó el instrumento para la recolección de datos, que para esta investigación será la encuesta estructurada, misma que permitirá obtener los datos correspondientes al estudio.

Después de obtener la población, se utilizará la siguiente fórmula para determinar la muestra correspondiente Suárez & Tapia (2012):

$$n = \frac{n\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Cálculo de la muestra:

$$n = \frac{(550)(0.05)^2(1.645)^2}{(550-1)(0.10)^2 + (0.05)^2(1.645)^2} = \frac{372.0784375}{5.499025} = 62$$

Datos: N=550, σ= 0.5, Z= 1.645, e=0.10, n=?

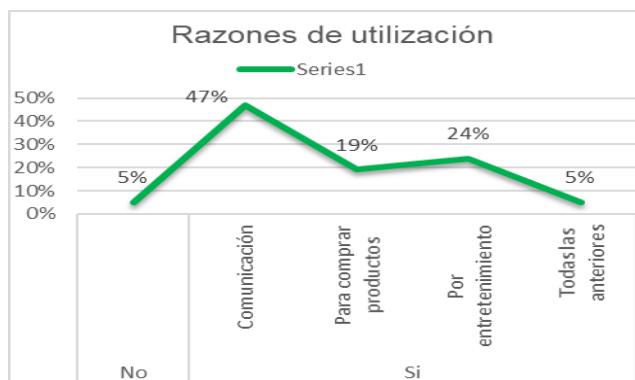
Se busca medir la utilización de aplicaciones móviles y potencializar el desarrollo del comercio electrónico.

Por último, con los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los alumnos del ITESME, se procedió a registrar los datos en una base en Excel, la cual posteriormente convertirla en información que permitiera realizar las gráficas y los análisis correspondientes, mismos que fueron interpretados, para después ser presentados.

### 3. Desarrollo.

#### Razones de utilización de las aplicaciones móviles.

El desarrollo y evolución de la tecnología y el internet ha generado nuevos medios o herramientas que ayudan a realizar muchas de las actividades de la vida diaria no solo de los jóvenes estudiante, si no de la sociedad en general, uno de estos avances de gran relevancia son los dispositivos móviles como la Tablet o el celular, que además cuentan con Apps que aportan de medios que ayudan a la comunicación, a ubicar información, buscar un producto o acceder a alguna web o aplicación para comprar o vender algún producto o servicio. Gardner & Davis (2014) comenta que “los jóvenes de ahora no solo crecen rodeados de las aplicaciones, sino que además han llegado a entender el mundo como un conjunto de aplicación”. De tal forma se busca conocer los niveles de utilización de las diversas Apps móviles por parte de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior de Mulegé localizada en la localidad de Santa Rosalía, Baja California Sur.



**Figura 1.** Razones de utilización de los dispositivos móviles; Elaboración propia; Tomada del estudio Aplicaciones móviles: Una estrategia para el desarrollo del comercio electrónico.

Como lo muestra la figura 1 la mayoría de las personas afirma utilizar las aplicaciones móviles con un porcentaje del 96.77% de lo cual se deriva lo siguiente. El 47% utilizan las Apps como medios de comunicación, el 24% las prefieren como de medio de entretenimiento, por otra parte, el 19% las utilizan como medio para la compra de productos, mientras que el 5% usa las aplicaciones móviles para todas las opciones anteriores.

Por lo anterior, del estudio Dispositivos Móviles: Hábitos del Consumidor Mexicano (2014), publicado por la Asociación De Internet.mx., en la cual se hace referencia la frecuencia de uso de dispositivos móviles, que ha desarrollado un crecimiento del 23.3% en el 2014, la cual refuerza la información, ya que se ha estado generando un mayor uso por los dispositivos móviles por parte de los usuarios. No obstante, la mejora del aprendizaje en los estudiantes es un gran complemento el contar con un dispositivo que le faciliten el acceso rápido y sencillo a la información necesaria y elementos que lo ayuden al desarrollo de tareas, además de generar una fuente de apoyo que les permita implementar sus conocimiento y habilidades en diversos campos a través de la tecnología.

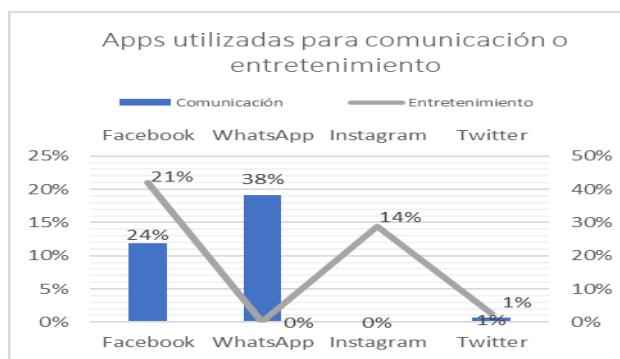
#### Importancia de las Apps en la vida diaria.

En la actualidad vivimos en un mundo que se encuentra altamente conectado con la tecnología, en el que los dispositivos móviles como él teléfono, se han convertido en una extensión de nuestro cuerpo que permiten tener acceso a una gran red de información y comunicación, que ha logrado cambiar nuestro entorno, nuestras formas de interactuar, de conocernos y de pensar; esto nos ha llevado no solo a utilizar los dispositivos como medios de comunicación o información, sino que además, hemos llegado a tener un nivel de dependencia que trabajamos, caminamos, interactuamos, comemos y dormimos con ellos. Como menciona Cachemiro (2016) “Los recursos móviles. Especialmente smartphones, tables digitales, se han convertido en artefactos omnipresentes en nuestra vida

diaria". Estos "recursos" como los nombra Cachemiro, son herramientas que se encuentran en constante transformación y que inevitablemente se han convertido en parte esencial de la vida de la mayoría de las personas. Es de suma importancia que las herramientas tecnológicas que aportan o contribuyan a mantener en comunicación y en contacto con la mayor fuente de información, que ayude al desarrollo de las tareas que son llevadas a cabo diariamente en cada una de las actividades cotidianas de la sociedad se mantengan en actualización y desarrollo, para que se puedan convertir estas herramientas en un beneficio.

#### **Aplicaciones móviles utilizadas como medio de comunicación o entretenimiento.**

El gran auge que han alcanzado las aplicaciones móviles en los últimos años como redes sociales, ha transformado la manera en que la personas se comunican y han conseguido revolucionar los estatus de entretenimiento que la sociedad había estructurado; las Apps cobran un nuevo significado de interacción y desarrollo, la producción de nuevos contenidos, la creación de nuevos modelos y herramientas están experimentando una transformación constante y están obteniendo un gran impacto en la sociedad; que si bien se sabe, es más exigente y cada vez pide mejor calidad en los medios a los que accede. Tomai (2006) expresa que "La simple comunicación ya no es válida, se necesita diferentes formas de comunicarnos, sincrónicas y asincrónicas; y estos nuevos caminos han creado cambios en los hábitos de la sociedad"; en retrospectiva al desarrollarse nuevos medios de crecimiento y "esparcimiento" las personas necesitan mayor confianza y seguridad que les permita sentirse seguras y al mismo tiempo puedan seguir comunicándose de forma entretenida.



**Figura 2.** Apps utilizadas para comunicación o entretenimiento; Fuente de elaboración propia; Tomada del estudio Aplicaciones móviles: Una estrategia para el desarrollo del comercio electrónico.

Como se puede observar de la figura 2, los estudiantes utilizan más las App de WhatsApp como medio de comunicación con un 38%, seguida del Facebook con un 24% y Twitter con un 1%. Para su entretenimiento utilizan más el Facebook con un 21%, seguido de Instagram con un 14% y posteriormente de Twitter con un 1%, en relación con el estudio de "Redes, dispositivos y aplicaciones: la simbiosis y economía de la convergencia", que refuerza la información obtenida del estudio, en cuanto a la tendencia de utilizar las diversas Apps móviles como medio de entretenimiento y comunicación, como se puede observar en la tabla 2.3, las mayoría de las descargas hechas a través de dispositivos móviles como los smartphone o IPad y Table, son de aplicaciones que tiene la finalidad de generar, ya sea un modo de entretener a usuario o como herramienta que facilite la comunicación entre dos o más usuarios.

Sin duda alguna los avances tecnológicos han implantado en la sociedad una gran diversidad de opciones para que se puedan mantener en contacto y contar con formas de entretenerte desde cualquier lugar y en cualquier momento.

#### **Tiempo de utilización de Apps para comunicación y entretenimiento.**

Estas aplicaciones ya han adquirido un carácter cotidiano para casi la mayoría de las personas en el mundo, y a que se han convertido en una necesidad real de disponer de acceso a la web desde los móviles y a sus distintas opciones

de uso. Todas estas aplicaciones móviles que usamos en nuestra vida diaria ya sean para buscar información, comunicarnos, jugar o para facilitar diversas tareas como las compras, incluso pequeñas actividades como sacar una fotografía, llamar por teléfono, necesitaban de un dispositivo para cada cosa, pero ahora solo con un teléfono, o un iPad o Tablet se pueden hacer esas cosas y muchas más. Según Arantón (2012) “Estos aparatos electrónicos han ido introduciéndose en el día a día, como forma de “estar conectado”, primero para mandar mensajes SMS o llamar por teléfono, pero poco a poco han evolucionado hasta convertirse en auténticas oficinas portátiles, instrumentos de ocio y de comunicación que nos permiten mil y una funciones...”, sin duda alguna la evolución de los dispositivo tecnológicos ha desarrollado nuevas maneras de que las personas realicen diversas actividades y generalmente que faciliten su vida cotidiana.



**Figura 3.** Tiempo de uso de Apps para comunicación y entretenimiento; Fuente de elaboración propia; Tomada del estudio Aplicaciones móviles: Una estrategia para el desarrollo del comercio electrónico.

Como se puede observar en la figura 3, el 65% utiliza más de 6 veces por semana las aplicaciones dirigidas a la comunicación y entretenimiento, seguido del 10% que las manejan entre 4 o 5 veces por semana y por último el 2% que las manipulan 2 o 3 veces por semana. El 24% restante son que contestaron que utilizan las aplicaciones móviles para comprar o vender productos. El tiempo que se invierte en los dispositivos móviles, específicamente en las aplicaciones ha impactado en la vida de las personas que pueden contar con uno, de tal forma que incluso se ha comenzado a sustituir la televisión, la cual era una de las principales formas de entretenimiento años atrás y elementos como las cartas han sido sustituidas por las llamadas o mensajes por medio de los dispositivos móviles; las nuevas tecnologías han llegado para mejorar y permitir encontrar nuevas maneras de realizar de formas más sencillas diversas actividades de la vida cotidiana como lo es mantenerse en contacto con otras personas.

#### **Aplicaciones móviles utilizadas como medios para comprar o vender productos.**

En las últimas décadas la tecnología ha evolucionado drásticamente generando nuevos medios de interacción que han logrado transformar el comercio y por ende el comportamiento del consumidor, se han modificado drásticamente, cambiando sus necesidades y la manera en que compra. El internet solo fue la plataforma de que dio inicio a los nuevos medios de comercialización, con la llegada de los dispositivos móviles como el celular se ha desarrollado un crecimiento exponencial, esto debido a que son dispositivos que se pueden transportar fácilmente, además de poder optimizar el tiempo y la facilidad de compra; igualmente, esta situación ha incrementado debido a la creación de

aplicaciones móviles que aportan al desarrollo de la venta y compra de producto y servicios, cuyo diseño está orientado a satisfacer necesidades y crear relaciones de confianza y de mayor interacción con los clientes.

Martínez & Rojas (2016) opinan que “el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación están permitiendo que el proceso de compra de los consumidores sea cada día más interesante, ameno y atractivo, gracias a la introducción de elementos multimedia de gran impacto visual”, para los consumidores es de suma importancia que se le facilite lo más que se pueda su procesos de compra que les permita reducir tiempo y eliminar ciertas actividades que convierten las compras en algo molestas.

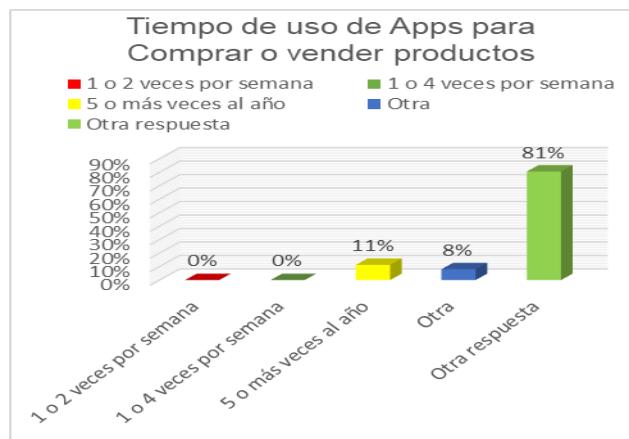


**Figura 4.** Apps Utilizadas para comprar o vender producto; Fuente de elaboración propia; Tomada del estudio Aplicaciones móviles: Una estrategia para el desarrollo del comercio electrónico

De la figura 4, el 67% de los jóvenes estudiantes utilizan la aplicación de Mercado Libre para llevar a cabo sus compras, seguido de Wish con un 17%, posteriormente EBay y Amazon con un 6% y otras aplicaciones con un 6%; el uso de Apps para la venta de producto o artículos tiene un 0% de utilización. Según con el estudio de “Dispositivos Móviles: Hábitos del Consumidor Mexicano (2014)” los jóvenes de entre 18 y 24 años son quienes realizan mayores compras a través de dispositivos móviles, con un 36% en el uso de smartphone y un 28% en el apoyo de Tablet electrónicas, reforzando los resultados obtenidos del estudio, esto ya debido a que el estudio fue aplicado a un sector juvenil entre esas edades. Sin embargo, el comercio electrónico se ha convertido en uno de los mayores medios de comercialización y desarrollo para empresas en el mundo, ya que se ha logrado expandir los mercados, llegando cada vez más consumidores que pueden tener acceso fácil y rápido a cualquier dispositivo móvil.

#### Tiempo de utilización de Apps para la compra o venta productos.

Las compras y ventas a través de dispositivos móviles o bien a través de Apps específicas creadas con acceso a la web adaptada para móviles aporta al proceso de comercialización y desarrollo de las empresas. Debido a que los usuarios consultan en sus smartphones y Tablet, debido a su facilidad de conectividad, rapidez y comodidad, además de que pueden tener una mayor perspectiva de diferentes aspectos como comparar productos, precios, puntos de venta, conocer las formas de pagos on-line, etc., independientemente de donde se produzca compra. Hernández, Olgún & Hernández (2018) “El comercio electrónico es una de las herramientas innovadoras que permiten incrementar la venta de tus productos o servicios alrededor del mundo”, sin duda alguna estas nuevas herramientas generan a las empresas mayores ganancias y les permite conseguir mayor número de consumidores debido al acercamiento que se puede generar con ellos a través de estas aplicaciones.

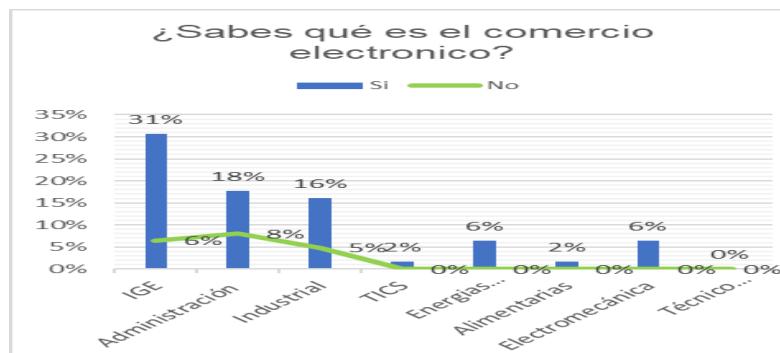


**Figura 5.** Tiempo de uso de Apps para comprar o vender productos; Fuente de elaboración propia; Tomada del estudio Aplicaciones móviles: Una estrategia para el desarrollo del comercio electrónico.

En la figura 5, el 11% utiliza las Apps destinadas para la compra o venta de productos 5 o más veces al año, el 8% contesto que otra, mientras que el 1 ó 2 veces por semana y 1 ó 4 veces por semana tuvieron 0%. El 81% restante corresponde a las personas que seleccionaron que utilizan las aplicaciones móviles para comunicación y entretenimiento, por lo que la actividad comercial representa uno de los elementos esenciales en el desarrollo económico de cualquier empresa y país, al generarse nuevas formas de llevar a cabo las actividades comerciales, se busca sacarles mayor ventaja posibles y que estas sean conocidas por el mayor número de personas para que se conviertan en futuros consumidores.

### El comercio electrónico.

En la actualidad existen cada vez más negocios o locales comerciales, pero esto no implica que se tenga más facilidad para poder llevar a cabo la compra de producto o servicios, que cubran las necesidades de los consumidores, esto debido a que el tiempo que se lleva realizar las compras es largo y tedioso, lo que implica menos tiempo para realizar otras actividades que les sean de mayor importancia. La implementación del comercio electrónico implica un medio para facilitar y agilizar las compras de manera cómoda y de mayor accesibilidad, además de poder orientar al consumidor directamente a lo que busca, lo que implica reducir su tiempo de compra y tener un mayor acercamiento para conocer sus tendencias de consumo y sus gustos. El surgimiento de las Apps y el uso masiva de teléfonos, IPad y Tablet ha generado mayores posibilidades de llegar a la gente en todo momento y en cualquier lugar. Medina (2018) expresa que “El uso del comercio electrónico cada día juega un papel más importante para los mercados, los gobiernos y los empresarios en el mundo”.



**Figura 6.** ¿Sabes qué es el comercio electrónico?; Fuente de elaboración propia; Tomada del estudio Aplicaciones móviles: Una estrategia para el desarrollo del comercio electrónico

De la figura 6, el 31% pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial (IGE) tiene conocimiento del comercio electrónico, seguido de la carrera de Ingeniería en Administración con un 18%, de la carrera de Ingeniería en Industrial con un 16%, el 6% de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables y la carrera de Ingeniería en Electromecánica, de las carreras de Ingeniería en Tecnologías de la Información y la comunicación (TICS) y Ingeniería en Industrias Alimentarias el 2% y por último de la carrera de Técnico Superior en Minería 0%. Segundo AMIPCI “Estudio de comercio electrónico (2016)” de la Asociación Mexicana de Internet, el Comercio Electrónico 2010-2015, las ventas de productos a través del comercio electrónico han tenido incremento significativos en los últimos años en México y sigue aumentando por lo que es entendible que la mayoría de los estudiantes cuenten con conocimientos del Comercio Electrónico. Por lo que las aplicaciones móviles destinadas a las transacciones comerciales que facilita el internet son muy importantes para el desarrollo y crecimiento de una sociedad que se mantiene en constante cambios y que requiere cubrir cada vez más necesidades.

### **Las Tecnologías en la educación.**

La introducción de las tecnologías a la educación permite contar con herramientas para fortalecer la enseñanza y el aprendizaje, incrementar las oportunidades para acceder al conocimiento y desarrollar habilidades que aporten al crecimiento de los estudiantes. Sin duda alguna, si hay algo que ha cambiado nuestra vida y nuestros hábitos en los últimos años han sido las nuevas tecnologías, ya que han transformado la manera de comunicación, la forma de aprender y de relacionarse con los demás. Tal como expresa Herrera (2015) “la tecnología y sus aportaciones van evolucionando y cambiando los campos del conocimiento de manera muy rápida, es aquí, donde se puede valorar que la educación, como disciplina, está asumiendo nuevos retos y desafíos que merecen un estudio más detallado”, es por ello, que el empate de estos dos ámbitos (Educación- Tecnología), se debe de incorporar en todas las instituciones educativas, ya que se vive una etapa, en la que las tecnologías de la información avanzan de manera acelerada y es de suma importancia que la sociedad pueda contar con profesionistas que puedan implementar estas nuevas herramientas.

### **Conclusiones.**

Los resultados obtenidos del estudio del uso de las aplicaciones móviles para potencializar el desarrollo del comercio electrónico en los estudiantes, ayudó a conocer el discernimiento que tienen sobre el uso de las Apps en el comercio, logrando determinar que el 81% de los estudiantes tienen comprensión sobre tema, además de ayudar a alcanzar el crecimiento que han tenido las aplicaciones móviles en las instituciones y el comportamiento del consumidor, para el uso de la búsqueda de información en diversas actividades que ayudan el proceso de enseñanza y aprendizaje, beneficiando a muchos estudiantes gracias a capacidad y aplicación que tienen las app y más en el ramo educativo.

Sin embargo, estas tecnologías han dado pauta al conocimiento y desarrollo de los estudiantes para poder realizar un sinfín de cosas, entre las que destacan la compra y venta de productos de manera online, comunicación, tareas, información, entretenimiento e interacción, entre otros, por lo que es fundamental adoptar estas nuevas herramientas en el proceso educativo, de tal forma que potencien el desarrollo del comercio electrónico en los estudiantes, más aun en esta pandemia, donde algunos productos o servicios se adquieren a través del uso de aplicaciones móviles.

Es por ello que es importante destacar que el uso de estas tecnologías cambia el paradigma de en la forma de hacer las cosas de manera tradicional a la digital, impulsando la creatividad, la forma en que nos comunicamos con nuestro entorno, que nos permite guardar experiencias e informarnos de lo que acontece y más aun en nuestros estudiantes, ya que ellos las utilizan para navegar a través del internet, realizar tareas, editar una imagen, escuchar música, comprar artículos, entre otras e incluso llevar a cabo la secuencia de sus clases y sus actividades online, es un momento decisivo ante estas circunstancias para muchos de ellos, el utilizarlas acorde a sus necesidades, por tal motivo es fundamental el uso de aplicaciones móviles ya que permite una buena estrategia de comunicación.

## Créditos.

Instituto Tecnológico Superior de los Ríos. Instituto Tecnológico Superior de Mulegé.

## Agradecimientos.

Un especial agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de los Ríos por brindarnos la oportunidad de poder colaborar con esta contribución en su revista; así como al Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, por brindarnos el apoyo e incursionar en el ámbito de la investigación aplicando conocimiento para transmitirla a nuestros estudiantes.

## Referencias Bibliográficas.

- Arantón L. (2012).** “Web 2.0 y aplicaciones móviles (App)”. España. Editorial DERM@red. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4175793.pdf>
- Asociación De Internet.mx (2014).** “Dispositivos Móviles: Hábitos del Consumidor Mexicano 2014”. México. Asociación De Internet.mx. Pág. 11. Recuperado el 15 de noviembre de la página: <https://www.asociaciondeinternet.mx/>
- Asociación De Internet.mx (2014).** “Dispositivos Móviles: Hábitos del Consumidor Mexicano 2014”. México. Asociación De Internet.mx. Pág. 26. Recuperado el 2 de noviembre de la página: <https://www.asociaciondeinternet.mx/>
- Asociación Mexicana de Internet (2016).** “Estudio de comercio electrónico 2016”. México. Asociación De Internet.mx. Pág. 20. Recuperado el 14 de octubre de la página: <https://www.asociaciondeinternet.mx/>
- Chameiro M., Sánchez C. & González J. (2016).** “Recursos Tecnológicos en contextos educativos”. Madrid. UNED, Universidad Nacional de Educación a Distancia comparativo entre Colombia y México”. Bogotá. Pág.14
- Gardner H. & Davis K. (2014).** “La generación APP: Cómo los jóvenes gestionan su identidad, su privacidad e imaginación en el mundo digital”. Valencia, España. Localización Revista de Comunicación Digital, Pág. 50. DIO. 10.15645
- Hernández, Olguin & Hernández (2018).** “Comercio electrónico como herramienta complementaria en las pymes en México”. México. Publicación en línea: Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento. Pág. 3.
- Herrera. (2015).** “Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas”. Universidad San Ignacio de Loyola, Vicerrectorado de Investigación y Desarrollo. Pag.330. DOI: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Martínez J. & Rojas F. (2016).** “Comercio electrónico”. España. Editorial: Ediciones paraninfo, SA. Pág. 67.
- Medina S. (2018).** “La influencia del e-commerce en la dinamización de los negocios internacionales entre el 2008 y el 2018: un análisis, Fundación Universidad de América Facultad de Educación permanente y avanzada Negocios Internacionales e Integración Económica, Bogotá D.C.
- Suárez M. & Tapia F. (2012).** Interaprendizaje de estadística básica, Primera Edición Universidad Técnica del norte. Ibarra- Ecuador, Pág. 15.

**Tomai, M. (2006).** Psicología comunitaria en la enseñanza y la orientación, experiencias de la formación: Presencial y Online. Madrid España. Ediciones NARCEA, S.A. Pág. 141.

### Información de los autores.



**Juan Carlos Hernández Valenzuela**, Maestro en Administración de la Calidad, Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, Santa Rosalía, Baja California Sur, Adscrito a la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial.



**Antonio Meza Arellano**, Maestro en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, Santa Rosalía, Baja California Sur, Adscrito a la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información y la Comunicaciones.



**Jesús David Sánchez Martínez**, Estudiante de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Mulegé, 8 semestre.

# **Implementación de la metodología OOHDM en el desarrollo del sistema web SIREG.**

## **Implementation of the OOHDM methodology in the development of the SIREG web system.**

Gerardo Aguilar Sámano\* (1).  
Estudiante, Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco.  
[aguilarsamano@gmail.com](mailto:aguilarsamano@gmail.com).

Jorge Carranza Gómez (2). Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco, [jorge.cg@acapulco.tecnm.mx](mailto:jorge.cg@acapulco.tecnm.mx).

Juan Miguel Hernández Bravo (3). Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco,  
[juan.hb@acapulco.tecnm.mx](mailto:juan.hb@acapulco.tecnm.mx).

José Antonio Montero Valverde (4). Tecnológico Nacional de México, I. T. de Acapulco,  
[jose.mv@acapulco.tecnm.mx](mailto:jose.mv@acapulco.tecnm.mx).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*El siguiente artículo presenta la implementación de la metodología de desarrollo de aplicaciones Web OOHDM (Método de diseño hipermédia orientado a objetos) en el desarrollo del SIREG (Sistema de Regularización y Escrituración de Predios), el cual permitirá al Instituto de Vivienda y Suelo Urbano de Guerrero llevar un control de los procesos administrativos necesarios para la regularización y escrituración de predios pertenecientes a su patrimonio.*

**Palabras clave:** OOHDM, Aplicación Web, UML, Diseño de Software.

### **Abstract.**

*The following article presents the implementation of the Object-Oriented Hypermedia Design Method Web application development methodology (OOHDM) in the development of the SIREG (Land Regularization and Deed System), which will allow the Guerrero Institute of Housing and Urban Land to keep a control of the necessary administrative processes for the regularization and deed of properties belonging to its patrimony.*

**Keywords:** OOHDM, Web Application, UML, Software Design.

## 1. Introducción.

En el ciclo de vida del software la implementación de una metodología de diseño Web es de suma importancia, ya que esto permite modelar cada una de las etapas con diagramas estandarizados que nos ayudan en principio a documentar el sistema y, por otro lado, sentar las bases para futuras actualizaciones.

Si bien el auge de las metodologías ágiles en la actualidad ha revolucionado el diseño y desarrollo de software, existe en ellas un vacío sustancial en cuanto al diseño de software se refiere. En el caso específico de *Scrum*, una vez terminado el *Sprint Backlog*, no se cuenta con especificaciones para realizar modelos o diagramas que le permitan al equipo de desarrollo interpretar con exactitud los requerimientos obtenidos anteriormente. Schwabe y Rossi (1998) señalan que: “Las metodologías tradicionales de ingeniería de software, o las metodologías para desarrollar sistemas de información utilizando bases de datos, no contienen abstracciones útiles capaces de facilitar la tarea de especificar aplicaciones que encarnen la metáfora del hipertexto. Por ejemplo, no proporcionan ninguna noción de vinculación y se dice muy poco sobre cómo incorporar hipertexto en la interfaz. Además, a medida que aumenta el tamaño, la complejidad y la cantidad de aplicaciones, se necesita un enfoque sistemático que ayude a lidiar con la complejidad y permita la evolución y la reutilización del conocimiento de diseño previamente recopilado” (Schwabe & Rossi, 1998, págs. 1-2).

El objetivo principal de contar con una metodología de diseño clara y con procedimientos concretos, es facilitar la comunicación entre el cliente y el equipo de desarrollo. Un buen diseño de software se traduce en aplicaciones Web fiables, robustas y con capacidad de mejora continua.

Si bien, existen distintas metodologías de diseño Web, es pertinente señalar que OOHDM de acuerdo al análisis realizado por Molina Ríos, Zea Ordoñez, Contento Segarra y García Zerda, se consolida como la metodología de mayor implementación debido a su fácil adaptabilidad en todo proyecto. (Molina Ríos, Zea Ordoñez, Contento Segarra, & García Zerda, 2017, pág. 17)

Una vez señalado lo anterior y para realizar el diseño del Sistema SIREG (Aguilar Sámano, Carranza Gómez, Hernández Bravo, & Montero Valverde, 2020), se utilizará la metodología de diseño Web OOHDM que a continuación se detalla.

## 2. Metodología OOHDM.

La metodología *Object Oriented Hypermedia Design Method* (OOHDM) propuesta por Daniel Schwabe y Gustavo Rossi, cuyas siglas en español significan Método de Diseño Hipermedia Orientado a Objetos, es una extensión de HDM (*Hypermedia Design Method*). Sus características principales son:

- Está basada en el paradigma de la orientación a objetos.
- Utiliza la nomenclatura propuesta por UML (Lenguaje Unificado de Modelado, por sus siglas en inglés)
- Propone un proceso predeterminado para el que indica las actividades a realizar y los productos que se deben obtener en cada fase del desarrollo.

### 2.1 Fases de la Metodología OOHDM.

En su planteamiento inicial, Schwabe y Rossi indican que OOHDM se compone de cuatro actividades diferentes: diseño conceptual, diseño de navegación, diseño de interfaz abstracta e implementación.

“OOHDM comprende cuatro actividades diferentes, a saber, diseño conceptual, diseño de navegación, diseño e implementación de interfaz abstracta. Se realizan en una combinación de estilos de desarrollo incrementales, iterativos y basados en prototipos. Durante cada actividad, se crea o enriquece un conjunto de modelos orientados a objetos que describen preocupaciones de diseño particulares a partir de iteraciones anteriores” (Schwabe & Rossi, 1998, pág. 1).

Sin embargo, a través del tiempo, diversos autores señalan la necesidad de incluir una actividad adicional inicial: la obtención de requerimientos (ver Figura 1).



**Figura 1.** Fases de OOHDM. Elaboración propia.

**2.1.1 Obtención de requerimientos.** En esta fase se identifican los actores y las tareas o funciones que cada uno podrá realizar. Posteriormente se identifica la información que los actores deberán proveer al sistema, así como el resultado que esperan obtener del mismo. El artefacto con el que se diseña esta fase son los diagramas de casos de uso. De acuerdo con Rumbaugh, Jacobson y Booch (2007), el objetivo de los diagramas de casos de uso es “Modelar la funcionalidad de un sistema tal como lo perciben los agentes externos, denominados actores, que interactúan con el sistema desde un punto de vista particular. Un caso de uso es una unidad de funcionalidad expresada como una transacción entre los actores y el sistema” (Rumbaugh, Jacobson, & Booch, 2007, pág. 31).

**2.1.2 Diseño conceptual.** En esta fase se construye el modelo orientado a objetos que represente el dominio de la aplicación y el resultado de esta fase nos arroja el modelo de clases con sus relaciones. El artefacto con el que se diseña esta fase es el diagrama de clases.

“En OOHDMD, el esquema conceptual está construido por clases, relaciones y subsistemas. Las clases son descritas como en los modelos orientados a objetos tradicionales. Sin embargo, los atributos pueden ser de múltiples tipos para representar perspectivas diferentes de las mismas entidades del mundo real” (Silva & Mercerat, 2001, pág. 4).

**2.1.3 Diseño Navegacional.** En esta fase se debe diseñar la aplicación tomando en cuenta las tareas que el usuario va a realizar sobre el sistema, lo anterior basado en el modelo de clases generado en la fase anterior. Como resultado se obtendrán las clases navegacionales que se componen de enlaces (que se derivan de las relaciones), nodos (que representan las vistas), y las estructuras de acceso. En esta fase se pueden utilizar técnicas de modelado orientadas a objetos, así como patrones de diseño.

Ya que no existe un diagrama UML específico para la implementación de esta fase, para la construcción del diagrama de clases navegacionales es factible utilizar un diagrama similar al implementado en la fase anterior, pero haciendo uso de las extensiones Web para UML (WAE), establecidas por Jim Conallen (1999): “Una extensión de UML se expresa en términos de estereotipos, valores etiquetados y restricciones. Combinados, estos mecanismos nos permiten extender la notación de UML, lo que nos permite crear nuevos tipos de bloques de construcción que podemos usar en el modelo. El estereotipo, una extensión del vocabulario del lenguaje, nos permite adjuntar un nuevo significado semántico a un elemento modelo. Los estereotipos se pueden aplicar a casi todos los elementos del modelo y generalmente se representan como una cadena entre un par de comillas angulares: «». Sin embargo, también se pueden representar con un nuevo ícono” (Conallen, 1999, pág. 4).

Por otra parte, el diagrama de contexto navegacional, supone el camino o ruta que determinado actor puede realizar para cumplir una acción en particular. Esto se puede diseñar en forma particular para cada actor de acuerdo a los permisos que se le otorguen, o de forma general indicando las distintas rutas existentes en todo el sistema Web.

**2.1.4 Diseño de Interfaz Abstracta.** Esta fase comprende la definición de objetos que serán perceptibles para el usuario. La separación entre el diseño navegacional y el diseño de interfaz abstracta permitirá construir diferentes interfaces para el mismo modelo navegacional. En esta fase se utilizan los Modelos de Vistas Abstractas de Datos, cuya función es representar las entradas y salidas de la interfaz que interactúan con el usuario, también llamados ADV

por sus siglas en inglés (*Abstract Data View*), cuya función es representar las entradas y salidas de la interfaz que interactúan con el usuario.

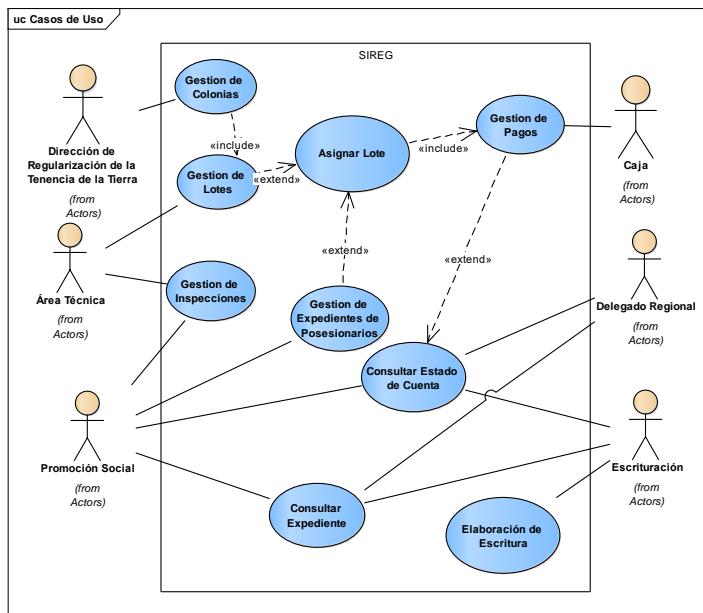
“Los ADV son objetos en el sentido de que tienen un estado y una interfaz, donde la interfaz se puede ejercitar a través de mensajes (en particular, eventos externos generados por el usuario). Los ADV son abstractos en el sentido de que solo representan la interfaz y el estado, y no la implementación” (Schwabe & Rossi, Developing Hypermedia Applications using OOHDM, 1998, pág. 14).

**2.1.5 Implementación.** Una vez concluidas las fases mencionadas anteriormente, únicamente es necesario llevar los objetos a un lenguaje concreto de programación, para obtener así la implementación ejecutable de la aplicación. Si bien los ADV nos facilitan la interpretación de la idea que el *Product Owner* desea como producto final, no tienen que ser necesariamente una representación exacta de los mismos. La interfaz real se tiene que adaptar a los elementos de navegación que se desarrollan con la finalidad de que la aplicación sea lo más intuitiva posible para el usuario final.

### 3. Desarrollo.

#### 3.1 Diagrama de Casos de Uso.

De acuerdo a lo establecido en la primera fase de la metodología descrita en el punto 2.1.1, una vez identificados los actores y las funciones que realizarán en el sistema, se procede a la elaboración del diagrama de casos de uso (ver Figura 2).



**Figura 2.** Diagrama de Casos de Uso. Elaboración propia.

#### 3.2 Diagrama de clases.

Una vez elaborado el diagrama de casos de uso, se construye el modelo orientado a objetos que represente el dominio de la aplicación y el resultado de esta fase nos arroja el modelo de clases con sus atributos y relaciones (ver Figura 3).

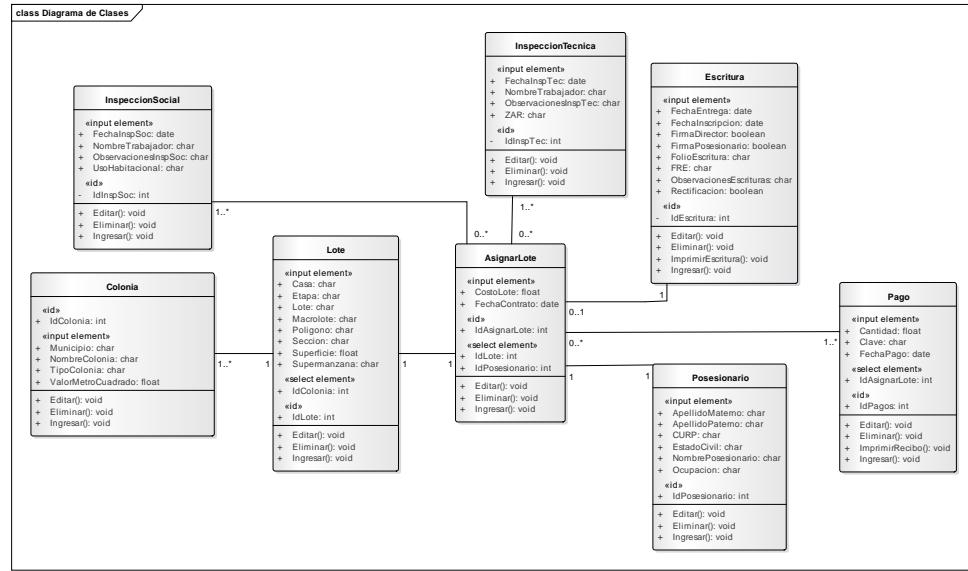


Figura 3. Diagrama de clases. Elaboración propia.

### 3.3 Diagrama de clases navegacionales y diagrama de contexto navegacional.

La construcción de estos diagramas supone un primer acercamiento de la aplicación con la interacción que tendrá con los usuarios finales. Por lo que sintetizan lo plasmado en los diagramas anteriores hacia un nivel de abstracción intermedio. El diagrama de clases navegacionales presenta un mapa general de la aplicación que, con ayuda de las extensiones Web para UML, muestra todos los caminos posibles de la misma (ver Figura 4). Mientras que el diagrama de contexto navegacional muestra las restricciones que tendrán los usuarios de acuerdo al rol que se les establezca al inicio de sesión (ver Figura 5).

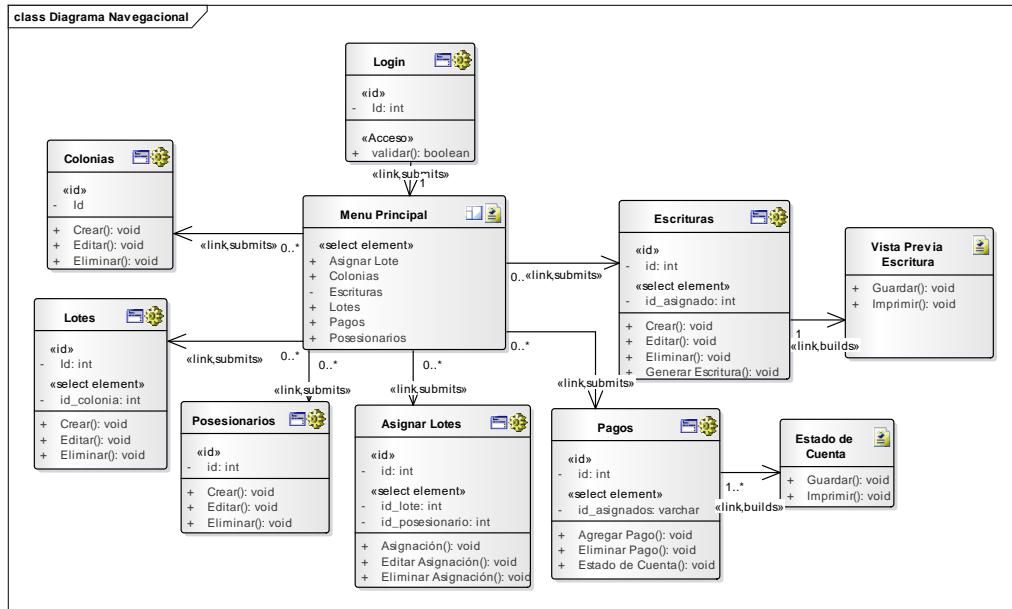
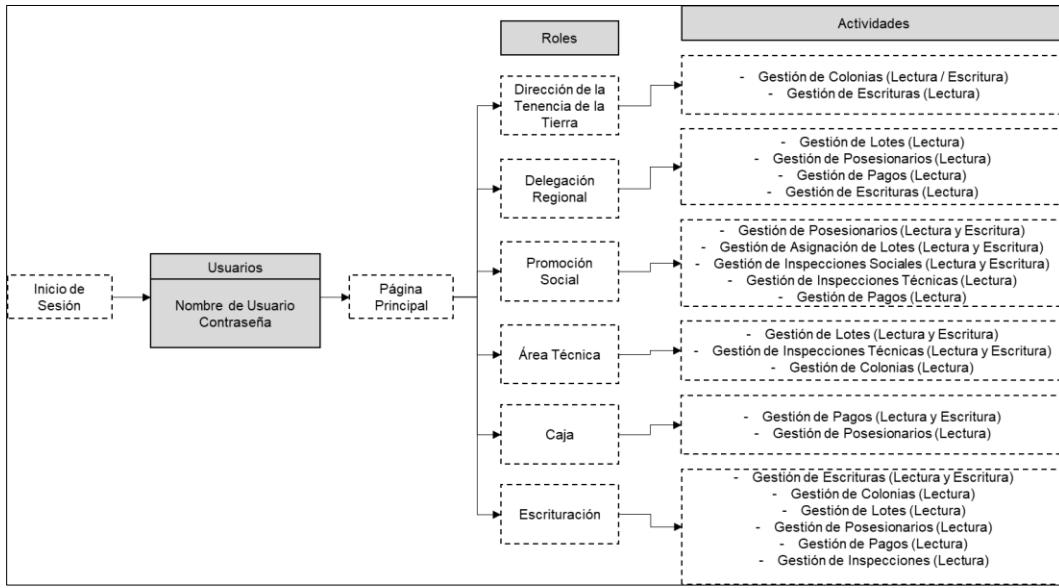


Figura 4 Diagrama de clases navegacionales. Elaboración Propia



**Figura 5.** Diagrama de contexto navegacional. Elaboración propia.

### 3.4 Diagramas de interfaz abstracta.

El diseño de los ADV permite elaborar bocetos de la interfaz gráfica perceptible para el usuario. Se pueden elaborar usando lápiz y papel, software de diseño gráfico o hasta sofisticadas herramientas CASE (*Computer Aided Software Engineering*, Ingeniería de Software Asistida por Computadora). Sin embargo, su finalidad primordial es la de mostrar al cliente vistas preliminares de la aplicación que le permitan realizar los cambios necesarios antes de que el equipo de desarrollo las codifique en un lenguaje de programación (ver Figuras 6, 7 y 8).

Este formulario abstracto para el módulo **Gestión de Lotes** muestra campos para ingresar datos de lotes y sus relaciones. Los campos incluyen:

- Lotes:**
  - Colonia: NombreColonia(varchar)
  - Macrolote: Macrolote(varchar4)
  - Etapas: Etapa (varchar4)
  - Sección: Seccion (varchar4)
  - Polígono: Polígono (varchar4)
  - Súpermanzana: Supermanzana (varchar4)
  - Manzana: Manzana (varchar4)
  - Lote: NumLote (varchar4)
  - Casa: Casa (varchar4)
  - Superficie: Superficie m<sup>2</sup> (double)
  - Colindancia 1: Colindancia1 (varchar50)
  - Colindancia 2: Colindancia2 (varchar50)
  - Colindancia 3: Colindancia3 (varchar50)
  - Colindancia 4: Colindancia4 (varchar50)
  - Uso: Uso (varchar4)
- Acciones:** Botones para Agregar, Editar y Eliminar.

**Figura 6.** Diagrama de interfaz abstracta del módulo Gestión de Lotes. Elaboración propia.

ui SIREG

**ADV- Posesionario**

Posesionario

Nombre(s)	NombrePosesionario(varchar)	Estado Civil	EstadoCivil (varchar)
Apellido Paterno	ApellidoPaterno(varchar)	Ocupación	Ocupacion (varchar)
Apellido Materno	ApellidoMaterno (varchar)	Acta de Nacimiento	ActaNacimiento (blob)
CURP	CURP (varchar18)	<input type="button" value="Agregar"/> <input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Eliminar"/>	

**Figura 7.** Diagrama de interfaz abstracta del módulo Gestión de Posesionarios. Elaboración propia.

ui SIREG

**ADV Asignar Lotes**

Asignación de Lotes

Seleccione Posesionario (varchar)	Seleccione Lote (varchar)
Costo del Lote \$CostoLote (double)	Fecha del Contrato
<input type="button" value="Asignar"/> <input type="button" value="Eliminar"/> <input type="button" value="Editar"/>	

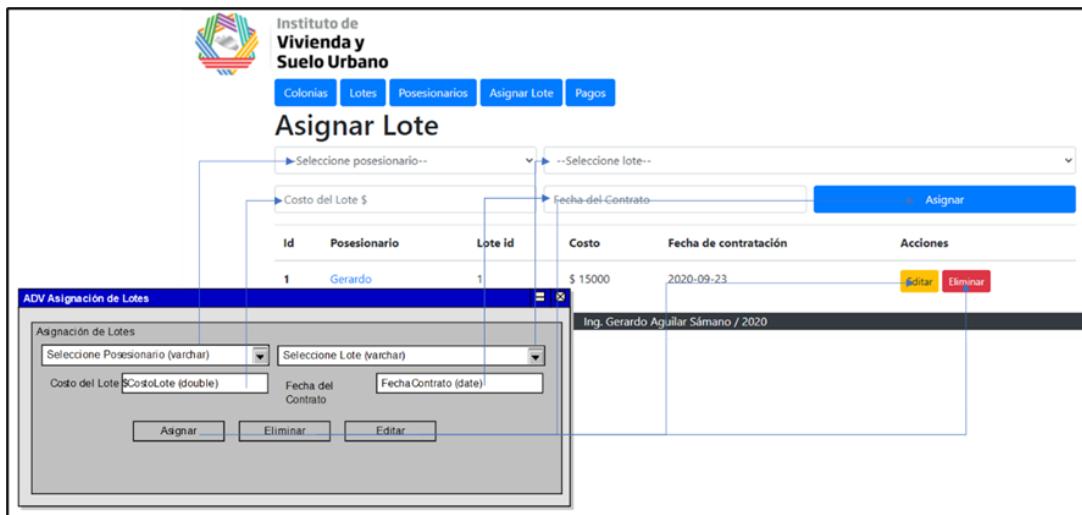
**Figura 8.** Diagrama de interfaz abstracta del módulo Asignar Lotes. Elaboración Propia.

### 3.5 Implementación.

Una vez concluidas las fases mencionadas anteriormente, únicamente es necesario llevar los objetos a un lenguaje concreto de programación, para obtener así la implementación ejecutable de la aplicación. Para la implementación se utilizó el lenguaje PHP a través del *framework* Laravel, así como el *framework* Bootstrap para la interfaz gráfica (ver Figuras 9, 10 y 11).

**Figura 9.** Implementación del módulo Lotes. Elaboración propia.

**Figura 10.** Implementación del módulo Posesionarios. Elaboración propia.



**Figura 11.** Implementación del módulo Asignar Lote. Elaboración propia.

## Conclusiones.

Si bien OOHDm es una metodología que tiene más dos décadas de existencia, su implementación en el diseño de sistemas Web continúa siendo ampliamente requerido. El hecho de que haga uso de diagramas UML le proporciona una ventaja importante en cuanto a otras que no utilizan ningún estándar, ya que permiten un buen entendimiento y retroalimentación entre el cliente y el equipo de desarrollo. Como parte de las metodologías para desarrollar la aplicación Web SIREG, ha sido de gran ayuda ya que a la par de ser el punto de partida para el diseño de sus funcionalidades, los diagramas o artefactos resultantes, formarán parte de la documentación necesaria para futuras actualizaciones e incluso, que sean codificadas en otro lenguaje de programación orientado a objetos distinto a PHP. Cabe señalar que un área de oportunidad importante en la aplicación de la metodología OOHDm, es la falta de una herramienta CASE que contenga las plantillas necesarias para desarrollar cada una de sus fases, lo que permitiría acercar la metodología a quienes aún no implementan ninguna en el diseño de aplicaciones Web.

## Referencias Bibliográficas.

- Aguilar Sámano, G., Carranza Gómez, J., Hernández Bravo, J. M., & Montero Valverde, J. (2020).** Propuesta de Desarrollo de un Sistema Web de Regularización y Escrituración de Predios en el Instituto de Vivienda y Suelo Urbano de Guerrero. *Programación Matemática y Software*, 13(3). Obtenido de <http://www.progmat.uaem.mx/>
- Conallen, J. (1999).** Modeling Web Application Architectures with UML. *Communications of the ACM*, 42(10).
- Molina Ríos, J. R., Zea Ordoñez, M. P., Contento Segarra, M. J., & García Zerda, F. G. (2017).** Comparación de Metodologías en Aplicaciones Web. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 1-19.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2007).** *El Lenguaje Unificado de Modelado, Manual de Referencia* (Segunda Edición ed.). Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- Schwabe, D., & Rossi, G. (1998).** An Object Oriented Approach to Web-Based Application Design. *Facultad de Ciencias Exactas. UNLP, Argentina*.

**Schwabe, D., & Rossi, G. (1998).** Developing Hypermedia Applications using OOHDM. *Facultad de Ciencias Exactas. UNLP, Argentina.*

**Silva, D. A., & Mercerat, B. (2001).** Construyendo aplicaciones web con una metodología de diseño orientada a objetos. *Revista Colombiana de Computación*, 2(2), 1-21.

### Información de los autores.



**Gerardo Aguilar Sámano**, es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acapulco (2011). Se ha desempeñado profesionalmente como jefe del Departamento de Sistemas y Titular de la Unidad de Transparencia en el Instituto de Vivienda y Suelo Urbano de Guerrero, organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Guerrero. Actualmente cursa el cuarto semestre de la Maestría en Sistemas Computacionales con especialidad en Tecnologías Web en el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acapulco, acreditada en el Programa Nacional de Posgrado de Calidad del Conacyt.



**Jorge Carranza Gómez**, es Maestro en Tecnologías de la Información por el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Zacatepec (2008) e Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acapulco (1994). Actualmente es Profesor Titular adscrito al Departamento de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Acapulco. Ha participado como colaborador en diversos proyectos de investigación financiados. Pertenece al Reconocimiento a Profesores de Tiempo Completo (Perfil Deseable PRODEP). Forma parte como colaborador del Cuerpo Académico Sistemas Computacionales. Director de tesis y asesor de titulaciones a nivel licenciatura, así como director de 3 (tres) tesis de Maestría.



**Juan Miguel Hernández Bravo**, es Maestro en Tecnologías de la Información por el Tecnológico Nacional de México / IT de Zacatepec; Maestro en Ingeniería y Desarrollo de Software por el Colegio de Postgrado en Desarrollo de Software e Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco. Actualmente es docente en el Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco de la Ingeniería en Sistemas Computacionales y de la Maestría en Sistemas Computacionales y cuenta con Reconocimiento al Perfil Deseable. Es miembro del Padrón Estatal de Investigadores y colaborador del Cuerpo Académico en Consolidación de Sistemas Computacionales.



**José Antonio Montero Valverde**, es Doctor en Ciencias Computacionales, por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (2007); Maestro en Ciencias por el Instituto Politécnico Nacional (1987) e Ingeniero Electromecánico por el Instituto Tecnológico de Acapulco (1983). Realizó una Estancia Posdoctoral en el Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, Puebla, (2010). Actualmente es Profesor Titular adscrito al Departamento de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México / IT de Acapulco. Ha dirigido 7 (siete) proyectos financiados y participado en 8 (ocho). Autor de 15 (quince) publicaciones técnico-científicas. Ha dirigido y titulado más de 40 (cuarenta) tesis a nivel licenciatura, 1 (una) a nivel doctorado y 3 (tres) a nivel maestría.



# **Plataforma web para la detección de alumnos subclínicamente depresivos.**

## **Web platform for the detection of depressed subclinically students.**

Nicolás Alejandro Salvador Lozano\* (1).

Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, Tecnológico Nacional de México.

[160204021@itsescarcega.edu.mx](mailto:160204021@itsescarcega.edu.mx).

Ivette Stephany Pacheco Farfán (2). Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, Tecnológico Nacional de México,  
[ipacheco@itsescarcega.edu.mx](mailto:ipacheco@itsescarcega.edu.mx).

Damián Uriel Rosado Castellanos (3). Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, Tecnológico Nacional de México, [damianrc@itsescarcega.edu.mx](mailto:damianrc@itsescarcega.edu.mx).

Iván Humberto Fuentes Chab (4). Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, Tecnológico Nacional de México  
[ivanfuentes@itsescarcega.edu.mx](mailto:ivanfuentes@itsescarcega.edu.mx).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

La depresión es definida como un grupo heterogéneo de trastornos afectivos; en los jóvenes estudiantes de nivel superior, es considerada una enfermedad mental grave y diagnositable bajo los criterios del manual de diagnóstico y estadístico de trastornos mentales - 5 (DSM-5); sin embargo, resulta difícil identificar adecuadamente la sintomatología, pues los medios para su detección consisten principalmente en la visita directa al área de psicología o a través del programa de tutorías. Existen diversos métodos que permiten determinar el grado de depresión, una de ellas es el test aplicado por la Secretaría de Salud denominado Inventario de Beck II (BDI II); partiendo de esto, se genera la naturaleza de este proyecto que consistió en desarrollar e implementar una plataforma web denominada MySoftTest, basado en este test, que permita a las instituciones tener una herramienta de apoyo al Programa Institucional de Tutorías (PIT) para identificar jóvenes con posibles cuadros depresivos, en cualquier nivel, para su posterior canalización, tratamiento oportuno y seguimiento; con ello se genera una acción de mejora en el rendimiento psicosocial del alumno para disminuir una de las causas de la deserción escolar.

**Palabras clave:** Depresión, Plataforma Web, Programa Institucional de Tutorías, Test.

### **Abstract.**

Depression is defined as a heterogeneous group of affective disorders; in young upper-level students, it is considered a serious and diagnosable mental illness under the criteria of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders - 5 (DSM-5); However, it is difficult to adequately identify the symptoms, since the means for their detection consist mainly of direct visits to the psychology area or through the tutoring program. There are various methods that allow determining the degree of depression, one of them is the test applied by the Ministry of Health called the Beck Inventory II (BDI II); Based on this, the nature of this project is generated, which consisted of developing and implementing a web platform called MySoftTest, based on this test, which allows institutions to have a support tool

for the Institutional Tutoring Program (PIT) to identify young people with possible depressive symptoms, at any level, for subsequent referral, timely treatment and follow-up; This generates an action to improve the psychosocial performance of the student to reduce one of the causes of school dropout.

**Keywords:** Depression, Web Platform, Institutional Tutoring Program, Test.

## 1. Introducción.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la depresión contribuye de forma muy importante a la carga mundial general de morbilidad. Cerca del 10 por ciento de la población mundial está afectada, y los trastornos mentales representan un 30 por ciento de la carga mundial de enfermedad no mortal.

En México, estos padecimientos ocupan el cuarto lugar en complicaciones médicas, y la depresión es uno de los más frecuentes. Según (El Sur de Campeche, 2020) , el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) señala que 29.9 por ciento de los habitantes mayores de 12 años sufren algún nivel de depresión ocasional, mientras que 12.4 por ciento los experimenta de manera frecuente. Además, la depresión es el principal problema, en materia de salud mental pública, por ser el principal padecimiento que afecta a las personas de entre 14 y 35 años y, sobre todo, por ser la primera causa mundial de suicidio y la cuarta como discapacidad, en relación con la pérdida de años de vida saludable.

La depresión en la adolescencia es una de las patologías mentales más graves. No en vano, la depresión no tratada o mal tratada es hoy día es una de las principales causas de problemáticas sociales desde el aislamiento social o retramiento hasta llegar a la muerte por suicidio.

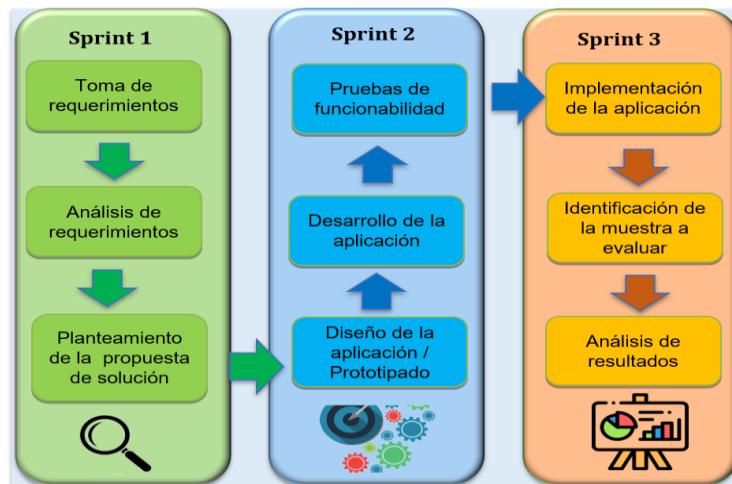
De acuerdo al (*DOF - Diario Oficial de la FederaciÃ³n*, s. f.) en el Plan de Desarrollo Nacional 2019-2024, la salud es un eje de atención prioritaria, siendo la salud mental un problema que afecta actualmente a los jóvenes entre 18 a 23 años. La frecuencia de los problemas académicos en estudiantes de nivel superior es, en gran parte, a la falta de la detección oportuna de los síntomas de la depresión. Problemas de concentración, ausentismo, bajo rendimiento académico, abandono de estudios, sentimiento de rechazo, aislamiento social son síntomas que alertan un posible cuadro depresivo. La depresión en los alumnos de nivel superior no es un diagnóstico específico. Es la depresión que sucede durante su proceso académico y se define como un trastorno del estado de ánimo que causa una sensación persistente de tristeza y pérdida de interés.

Según un nuevo estudio (Depresión universitaria: qué deben saber los padres, 2020) menciona que: “Los estudiantes de nivel superior enfrentan desafíos, presiones y ansiedades que pueden hacerlos sentir abrumados. Pueden sentir nostalgia de su hogar. A menudo viven solos por primera vez, sin límites impuestos en sus horarios de sueño, en los alimentos que eligen comer y en el tiempo que dedican a actividades como los videojuegos o las redes sociales. Se están adaptando a nuevos horarios y responsabilidades, adaptándose a la vida con compañeros de cuarto, y descubriendo cómo pertenecer a estos círculos”.

La tecnología es una herramienta que brinda oportunidades para poder implementar acciones que contribuyan a diversos ejes. En este proyecto converge la ingeniería de software, el desarrollo de proyectos y la salud mental para desarrollar una plataforma que permita detectar a los alumnos de nivel superior con alguna sintomatología depresiva y así, tomar acciones de manera oportunidad a través de las áreas internas correspondientes.

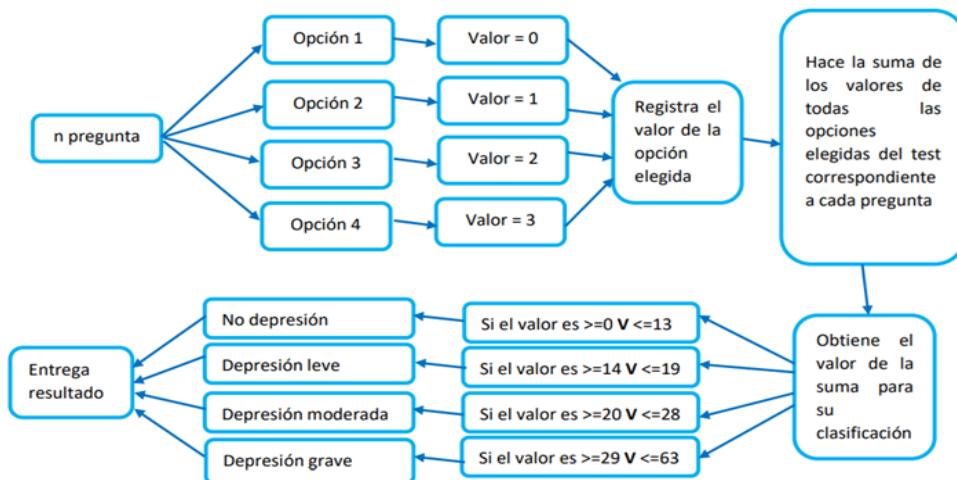
## 2. Métodos.

Para el desarrollo del proyecto se aplicaron dos metodologías. La metodología de desarrollo ágil “SCRUM” para desarrollo de la plataforma web y el análisis de su implementación. Dicha metodología fue dividida en 3 sprint principales como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de metodología SCRUM aplicada al proyecto.

La metodología de cálculo del nivel de depresión. Para la identificación de los alumnos subclínicamente depresivos hacemos uso del inventario de Beck definido en el estudio de (Beltrán & Freyre, 2011), como instrumento de detección, también llamado BDII, este es un instrumento de autoinforme muy utilizado internacionalmente de manera manual para cuantificar los síntomas depresivos en poblaciones normales y clínicas, tanto en la práctica profesional como en la investigadora. Es por ello que es la base de conocimientos que utiliza la plataforma web para calcular el nivel de depresión en los estudiantes.



**Figura 2.** Diagrama de Metodología de cálculo del Inventario de Beck.

### 3. Desarrollo.

#### Toma de requerimientos.

Para la toma de requerimientos se realizó una entrevista como técnica de recolección de datos. Fue aplicada directamente con el cliente (coordinación de tutorías) y los usuarios finales(alumnos). El objetivo de esta actividad fue identificar las necesidades y de comprender lo que el cliente y los usuarios esperan que haga la plataforma, así como obtener las especificaciones para la programación de la plataforma y establecer los límites del proyecto.

Investigación documental acerca de la problemática identificada en el cual fue desarrollado el marco teórico. De igual manera la revisión de fuentes bibliográficas acerca del uso de Tecnologías para el desarrollo como Angular y Angular cli, así como el uso de sus dependencias.

#### Diseño de la aplicación/Prototipado

**Diagrama Entidad - Relación:** En esta etapa se desarrolló el esquema de la base de datos partiendo de un modelo conceptual E-R (Figura 3), seguidamente un modelo lógico, al cual se le aplicó normalización para finalmente obtener un modelo físico implementado.

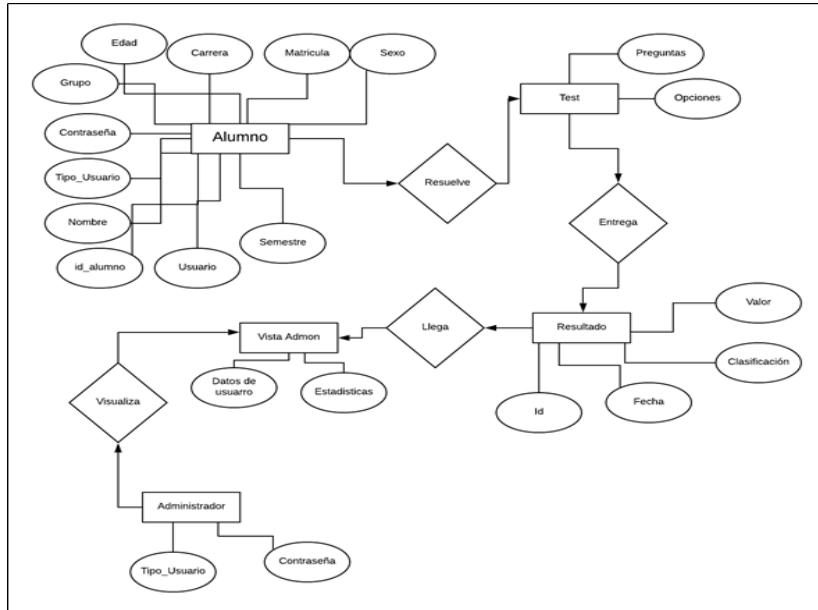
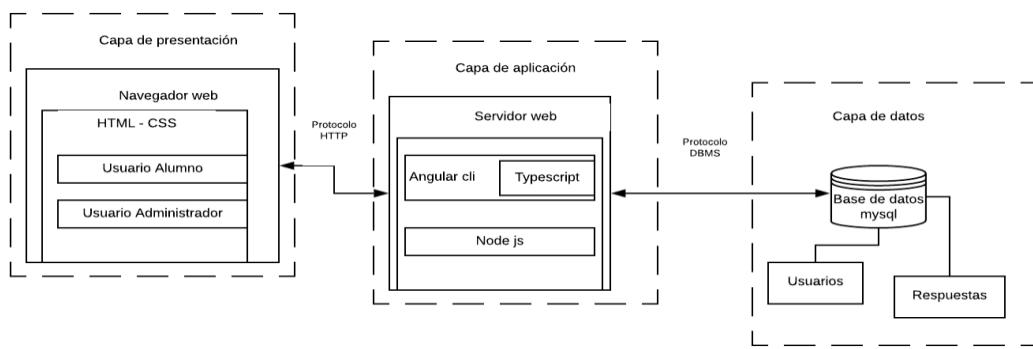
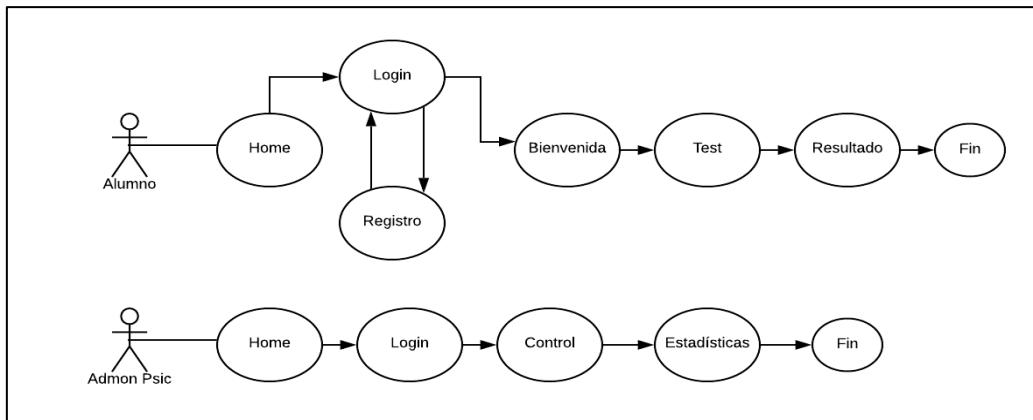


Figura 3. Diagrama E-R del proyecto

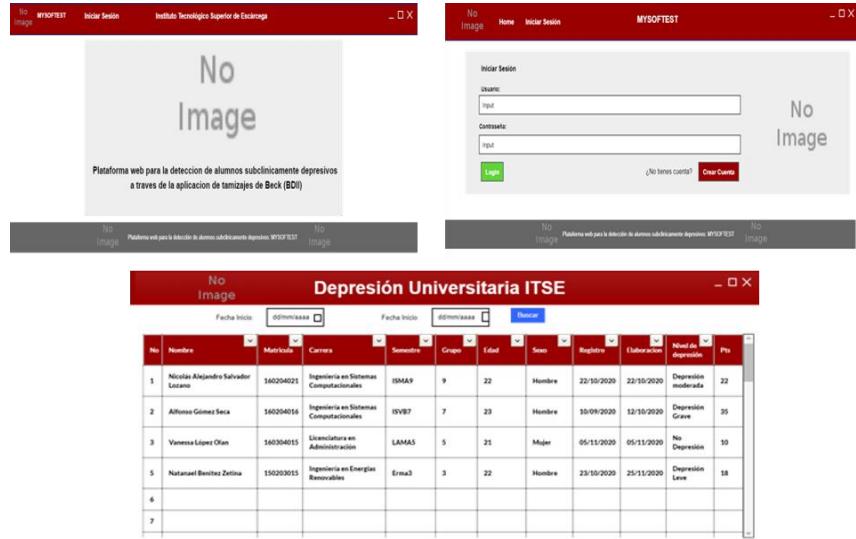
**Diseño Arquitectónico:** El diseño de la arquitectura de la plataforma está constituido por 3 áreas principales. La capa de datos, en donde encontramos todo el almacenamiento de datos y nuestras tablas de la base de datos de los alumnos, así como la validación de los usuarios alumnos, en el segundo nivel encontramos la capa de aplicación o capa intermedia en la que encontramos almacenada nuestra plataforma y todas sus funciones internas, como la captura de los valores del test y la recolección de información de los campos de texto, ésta capa tiene una relación directa con la capa de datos ya que es la encargada de ingresar los datos capturados, por último tenemos la capa superior o de presentación, en la cual se presenta a los clientes la aplicación y los diseños de la interfaz, en esta capa encontramos las vistas de los 2 tipos de usuarios, los usuarios alumnos pueden realizar el login, registro y responder el test desde ésta capa, en cuanto el usuario administrador puede ingresar y visualizar los datos estadísticos e individuales de los resultados de los alumnos, dichos usuarios pueden interactuar con la aplicación a través de un navegador web (Figura 4).

**Figura 4.** Diseño de arquitectura.**Diagramas de Modelo Unificado.**

Se realizó el diseño de los diagramas de caso de uso con el objetivo de visualizar y especificar las actividades donde interactúan los usuarios de la plataforma web, haciendo más entendible el funcionamiento de la aplicación (Figura 5).

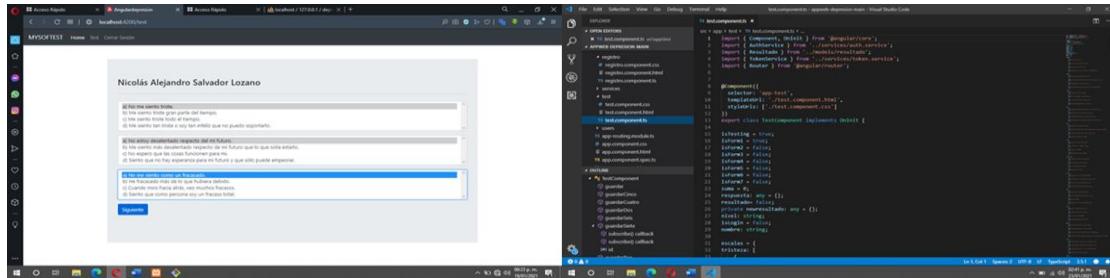
**Figura 5.** Diagrama de caso de uso.

**Desarrollo del prototipo:** Se realizó el desarrollo del prototipo a través del maquetado de vistas del usuario en Pencil para presentarlo en el departamento de tutorías (Figura 6).

**Figura 6.** Vistas del prototipo de la plataforma web.

### Desarrollo la plataforma web.

Para el desarrollo de la plataforma web se desarrolló utilizando Visual Studio Code en lenguaje TypeScript, HTML 5 y CSS. Como herramienta de desarrollo se usó el Framework Angular Cli V.7 (Figura 7).

**Figura 7.** Código fuente de la plataforma web.

### Prueba de Usabilidad y funcionalidad.

Con el objetivo de obtener la retroalimentación de los usuarios para apoyar al desarrollo de las interfaces de la plataforma web y que se garantice el uso de la plataforma y la detección de errores para su corrección, se realizaron las pruebas de usabilidad y funcionalidad.

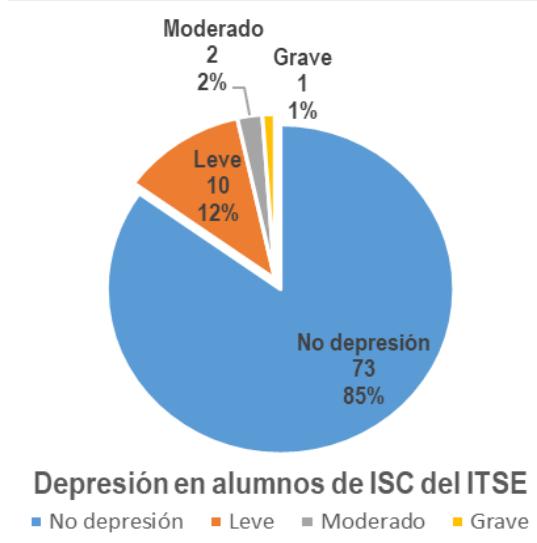
## Resultados.

La etapa de implementación y ejecución de la plataforma web, se realizó en el programa educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, con una población total de 86 alumnos regulares, de los cuales se tuvo un alcance de 53 alumnos como población muestra, de hombres y mujeres con rangos de edad entre 18 y 23 años y de los distintos grupos. Lo cual representa un 63% de la población total. La implementación se llevó a cabo durante 3 días, obteniendo los siguientes resultados: se identificó que el 75% de

alumnos que no presentaron depresión, un 14% de la población presentaron una sintomatología leve y un 11% con un factor detonante de depresión en nivel moderado a grave (Tabla 2) (Figura 8).

**Tabla 1.** Registro de las evaluaciones realizadas.

Nivel de depresión	No. de alumnos	%, porcentaje
No depresión	73	85
Leve	10	12
Moderado	2	2
Grave	1	1
Totan	86	100



**Figura 7.** Gráfica de estadísticas depresivas.

De la muestra evaluada se tiene que el mayor porcentaje de jóvenes que presenta depresión es del sexo masculino con respecto a las mujeres; teniendo como resultado que 5 hombres se encuentran con diagnóstico positivo y 3 mujeres.

## Conclusiones.

La implementación de la plataforma web permite obtener un panorama de la situación actual de posibles cuadros depresivos a nivel institucional. Con ello se verificó que la plataforma cumplía con su objetivo y posibilitaba al departamento de tutorías para llevar un control e identificación de alumnos para su atención temprana generando un impacto indirecto en la atención a una de las causas de la deserción escolar.

Del mismo modo, esta tecnología, a través de la automatización, obtiene resultados inmediatos que con lleva a un tratamiento de la depresión, de esta manera se aportan beneficios psicosociales como la mejora en su rendimiento académico y social generando una mayor posibilidad de permanencia escolar.

## Agradecimientos.

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, por permitirnos desarrollar y evaluar el proyecto, como parte de una acción de mejora al Programa Institucional de Tutorías.

## Referencias Bibliográficas.

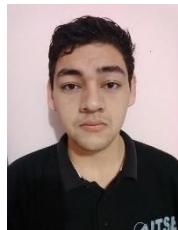
Campeche, E. S. (25 de Octubre de 2020). Depresión, principal causa de suicidios en Campeche: INEGI. Obtenido de <http://www.elsur.mx/depresion-principal-causa-de-suicidios-en-campeche-inegi/>

Depresión universitaria: qué deben saber los padres. (2020, 14 febrero). Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/tween-and-teen-health/in-depth/college-depression/art-20048327?reDate=25102021>

DOF - Diario Oficial de la FederaciÃ3n. (s. f.). PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019–2024. Recuperado 25 de octubre de 2021, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019)

Beltrán, M. C., & Freyre, M. A. (2011, 15 diciembre). El Inventario de Depresión de Beck: Su validez en población adolescente. <https://www.scielo.cl/pdf/terpsicol/v30n1/art%2001.pdf>. Recuperado 25 de octubre de 2021, de <https://www.scielo.cl/pdf/terpsicol/v30n1/art%2001.pdf>

## Información de los autores.



**Nicolás Alejandro Salvador Lozano.** Estudiante de Ingeniería en Sistemas Computacionales con especialidad en Marketing Digital en el Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, participación en feria de Expo-Ciencias 2017, impartición de talleres de introducción a la electrónica y conferencias de domótica 2018, Feria Nacional de Ciencias e Ingenierías (FENACI) en el 2018 etapa nacional, Mega Startup Weekend Campeche 2019 y Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT) en el 2019. Desarrollador de la plataforma MYSOFTEST.



**Ivette Stephany Pacheco Farfán.** Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad Autónoma de Campeche (2008) con Maestría en Informática de la Universidad Hispanoamericana (2017) y actualmente es estudiante de Doctorado en Proyectos por la Universidad Internacional Iberoamericana. Docente Investigador del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Escárcega de la Ingeniería en Sistemas Computacionales. En el 2018 obtuvo el reconocimiento como Docente con Perfil Deseable por el Programa de Desarrollo Profesional Docente. Líder de la Línea de Investigación de Ingeniería de Software. Ha participado en

diversos congresos con exposición de carteles científicos y ponencias nacionales e internacionales. Asesor de proyectos del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica y la Feria Nacional de Ciencias.



**Damián Uriel Rosado Castellanos.** Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Campeche en 2017. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias de la Computación por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) en 2019. Profesor Investigador de la Línea de Investigación de Ingeniería de Software de la Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México campus Escárcega. Fundador de la empresa DensCode de Escárcega, Campeche. Desarrollador del sistema de trayectoria escolar del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Ha participado como asesor del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica.



**Iván Humberto Fuentes Chab.** Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Campeche en 2017. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias de la Computación por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) en 2019 y doctorante en Sistemas Computacionales en la Universidad Da Vinci. Ha participado en carteles científicos en la 2<sup>a</sup> Jornada de Ciencia y Tecnología del CENIDET, seminarios de investigación con el Grupo ARKADIUS de la Universidad de Medellín. Docente Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Computacionales.



# **Probador de ropa virtual como medida innovadora y de higiene.**

## **Virtual clothing tester as an innovative and hygienic measure.**

Arturo Martín Morales Rayón\* (1).  
Instituto Tecnológico Superior de Zongolica.  
[art\\_martin\\_isc@zongolica.tecnm.mx](mailto:art_martin_isc@zongolica.tecnm.mx).

Martín Contreras de la Cruz (2). Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, [martin\\_isc@zongolica.tecnm.mx](mailto:martin_isc@zongolica.tecnm.mx).

Ricardo García Castro (3). Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, [ricardo.garcia.pd18@zongolica.tecnm.mx](mailto:ricardo.garcia.pd18@zongolica.tecnm.mx).

Ricardo Omar Raygoza Cárdenas (4). Instituto Tecnológico Superior de Zongolica,  
[ricardo\\_cozar\\_pd155@zongolica.tecnm.mx](mailto:ricardo_cozar_pd155@zongolica.tecnm.mx).

Roberto Ruiz Castro (5). Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, [roberto\\_isc@zongolica.tecnm.mx](mailto:roberto_isc@zongolica.tecnm.mx).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*Las nuevas interfaces naturales de usuario en dispositivos como Kinect permiten aplicaciones de software interactivo con el usuario agilizando tiempo y espacio, de igual forma generando una nueva experiencia en las compras. El trabajo presenta el diseño y desarrollo de una aplicación web de probador de ropa virtual basada en tecnología Kinect para ofrecer experiencia interactiva a los clientes permitiéndoles seleccionar la prenda deseada de un catálogo de ropa virtual. Para el software se realizó el diseño y desarrollo de la aplicación Web, se implementó una metodología basada en el modelo de desarrollo en cascada de la ingeniería de software, utilizando programación en Visual C#. El resultado obtenido en este trabajo fue la aplicación Web con un catálogo limitado de ropa de temporada para realizar pruebas experimentales y comprobar el desempeño de la aplicación. La tecnología Kinect se presenta como una herramienta con gran potencial para fortalecer la innovación e interacción con los clientes de ropa de las nuevas generaciones.*

**Palabras clave:** Kinect, Visual C#, desarrollo de software.

### **Abstract.**

*The new natural user interfaces in devices such as Kinect allow applications of interactive software with the user, speeding up time and space, in the same way generating a new experience in purchases. The work presents the design and development of a virtual clothing tester web application based on Kinect technology to offer interactive attention to clients allowing them to select the desired garment from a virtual clothing catalog. For the software design and development of the web application, a methodology based on waterfall software model from software engineering was used, and Visual C# programming. The result obtained in this work was the Web application with a limited catalog of seasonal clothing to perform experimental tests and check the performance of the application. Kinect technology is*

*presented as a tool with great potential to strengthen innovation and interaction with clothing customers of the new generations.*

**Keywords:** Kinect, Visual C#, software development.

## 1. Introducción.

Actualmente los comercios dedicados a la venta de ropa en el municipio de Zongolica del estado de Veracruz, cuentan con ingresos económicos bajos, debido a que los clientes no adquieren la mercancía ofertada debido a error en la talla, por higiene o simplemente no les atrae la moda expuesta.

Para que un negocio de ropa genere ganancias es indispensable tener productos que sean de total agrado a los clientes, ofreciéndoles tendencias de moda nacional e internacional teniendo en cuenta la calidad y costo accesible (Johnston, 2009). De igual forma ofrecer al cliente una zona adecuada donde pueda probarse las prendas seleccionadas en confianza y con las medidas de higiene pertinentes.

La economía, la tecnología, las leyes, la ecología y la sociedad en general, que dictan una parte importante de la conducta de compra de las personas, están en constante evolución debido tanto a la investigación y desarrollo de productos y servicios, así como al intercambio comercial y cultural que se está produciendo entre casi todas las naciones (Benassini, 2009).

El punto de partida de la disciplina de la mercadotecnia es determinar las necesidades y deseos humanos (Rodriguez, 2014). Los seres humanos tenemos necesidades primarias, tales como agua, aire, vestido y vivienda, y necesidades secundarias, como podrían ser recreación, seguridad, transporte, educación, autorrealización, estatus, prestigio, etcétera. El hombre busca satisfacer estas necesidades en su vida diaria. Y, por su parte, la mercadotecnia se encarga de ofrecer productos y servicios que cubran dichas necesidades (Rivera, 2015).

Hoy en día los sistemas de cómputo juegan un papel importante en todas las áreas que requieren automatizar o innovar procesos. La ciudad de Zongolica en el Estado de Veracruz, cuenta con una gran cantidad de comercios de ropa-moda, los cuales tienen gran variedad de prendas para toda la familia, realizando una encuesta a dichos comercios se detectaron las siguientes problemáticas con las cuales los dueños de los comercios han tenido grandes pérdidas mensuales.

- Compran gran variedad de ropa del mismo modelo y se genera rezago de prendas.
- La ropa se maltrata por el poco espacio que se tiene en sus bodegas.
- No se atiende con rapidez a los clientes.
- Los clientes dañan la ropa.
- Desacomodo de ropa que se llegan a probar los clientes.
- Los probadores son de cortinas y causan desconfianza con los clientes.
- Robo de mercancía.
- Falta de higiene cuando se prueban las prendas
- Falta de atracción del cliente al aparador

Derivado de la problemática se realizó un probador virtual con el objetivo de dar una buena calidad de producto, dando facilidades de elegir y potenciar el canal de venta de ropa, sobre todo generar una nueva forma de comercialización aplicando las nuevas tendencias de tecnología que han hecho la vida más fácil de los usuarios. Para llevar a cabo este proyecto es necesario implementar el dispositivo Kinect de Microsoft, ya que será la principal herramienta que dará función al probador virtual.

El sensor Kinect es un dispositivo lanzado en noviembre de 2010 por Microsoft, orientado principalmente a la industria de los videojuegos, concretamente, como periférico de la video-consola Xbox 360 de Microsoft (Webb, 2012). Su principal innovación es que permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin necesidad de tocar ningún

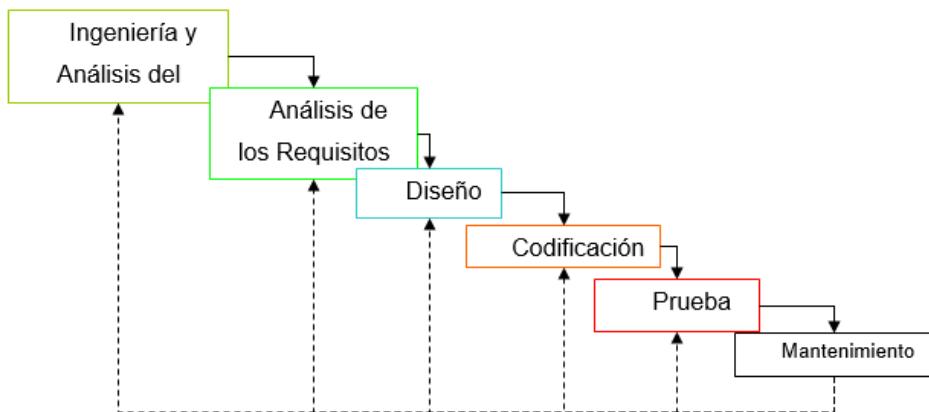
controlador de juego físicamente, a través de una interfaz de usuario natural basada en gestos y comandos de voz, inicialmente pensado como un simple controlador de juego, que gracias a los componentes que lo integran: sensor de profundidad, cámara RGB, array de micrófonos y sensor de infrarrojos (emisor y receptor), es capaz de capturar el esqueleto humano, reconocerlo y posicionarlo en el plano.

Gracias a toda la información que captura este dispositivo, en el desarrollo de software se puede hacer uso de él para programar toda una serie de aplicativos cuyo activo principal es la interacción con los elementos “virtuales” a través de los distintos movimientos del cuerpo humano. El SDK (software development kit) se trata de una librería que nos facilita diferentes funciones que nos ayuda a interactuar con el dispositivo Kinect. Básicamente pedirle información en distintos esqueletos y de sus articulaciones.

Con la tecnología Kinect, una vez detectado el esqueleto humano, es capaz de facilitar información detallada de la posición exacta en el plano (X, Y, Z) de todas y cada una de las articulaciones en las que divide el esqueleto humano. Gracias a esta información permite que podamos desarrollar aplicaciones que funcionen con la interacción del cuerpo humano, sin necesidad de teclados, ratones ni touchpads.

## 2. Método.

En la industria de la computación, cuando se piensa en desarrollar un software es de vital importancia ocupar una metodología. Para el desarrollo de este sistema, se consideró la metodología de desarrollo de software en cascada por sus características proporciona una visión completa del desarrollo del software (Pressman, 2010). Las fases de la metodología del desarrollo del software se presentan en la figura 1.



**Figura 1.** Metodología en cascada.

**A). Ingeniería y Análisis del Sistema.** Debido a que el software es siempre parte de un sistema mayor, el trabajo comienza estableciendo los requisitos de todos los elementos del sistema y posteriormente asignando algún subconjunto de estos requisitos al software.

**B). Análisis de los requisitos del software.** El proceso de recopilación de los requisitos se centra e intensifica especialmente en el software, aquí se debe comprender el ámbito de la información del software, así como la función, el rendimiento y las interfaces requeridas.

**C). Diseño:** Se enfoca en cuatro atributos distintos: la estructura de los datos, la arquitectura del software, el detalle procedural y la caracterización de la interfaz. En esta misma etapa, el proceso de diseño traduce los requisitos en una representación del software con la calidad requerida antes de que comience la codificación.

**D). Codificación:** Posteriormente, el diseño debe traducirse en una forma legible para la computadora. El paso de codificación se realiza en esta etapa.

**E). Prueba:** La prueba del sistema se centra en la lógica interna del software, y en las funciones externas, realizando las pruebas para asegurar la entrada definida para producir los resultados que realmente se requieren.

**F). Mantenimiento:** Un sistema de software sufrirá cambios. Los cambios ocurrirán debido a que hayan encontrado errores, o que el software deba adaptarse a cambios del entorno externo (sistema operativo o dispositivos periféricos), o debido a que el cliente requiera ampliaciones funcionales o del rendimiento.

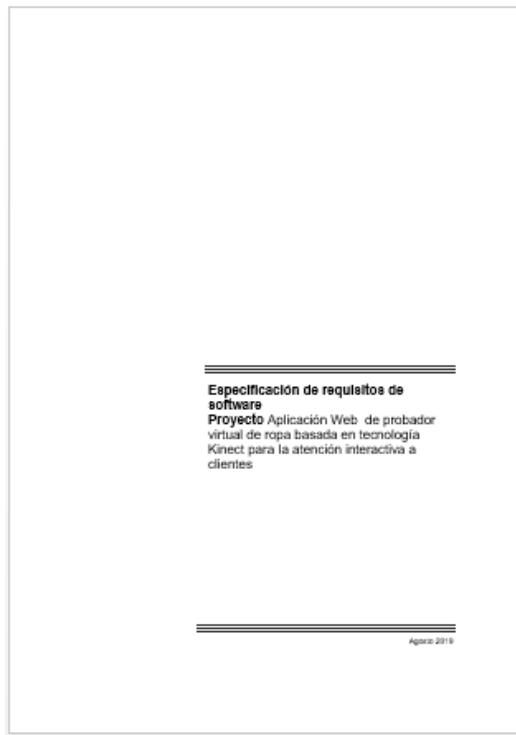
La tabla 1 presenta el producto generado de cada fase de la metodología.

**Tabla 1.** Proceso de ingeniería de software.

Fase	Actividad	Producto
Análisis de requerimientos	Análisis de requerimientos del cliente	Formato IEEE Std-830
Diseño	Modelado de la aplicación	Compendio de Diagramas utilizando el lenguaje de modelado Unificado
Desarrollo	Codificación en el lenguaje de programación C#	Módulos de la aplicación web
Desarrollo	Base de datos MySql	Catálogo de prendas
Integración y pruebas	Integración de módulos de la aplicación e implementación	Aplicación Web

### 3. Resultados.

Como resultados obtenidos del presente trabajo, en la primera etapa de acuerdo a la metodología de desarrollo de software, fue el análisis de requerimientos en el formato IEEE 830 donde se describieron los requerimientos funcionales del cliente (Figura 2). Como resultado de la segunda etapa, se diseñaron diagramas UML donde muestra el funcionamiento del sistema, ya en la tercera etapa se codificó en el lenguaje de programación C# (Figura 3) las interfaces y la conectividad con el dispositivo Kinect por medio de sus librerías, bajo la misma etapa de desarrollo se generó la base de datos en el sistema MySQL, el cual almacena el catálogo de ropa por categorías de caballero, dama y niños. Como etapa final del proyecto, se integró la interfaz con el catálogo de prendas dando como resultado final el sistema de aplicación web de probador virtual de ropa (Figura 4).



**Figura 2.** Plantilla IEEE 830 para la especificación de requisitos de Software

```

MainWindow.xaml.cs  X  MainWindow.xaml
PracticaCamaraRGB_1  PracticaCamaraRGB_1.MainWindow

        miKinect.Start();
        miKinect.ColorFrameReady += miKinect_ColorFrameReady;

        //esqueleto
        if (KinectSensor.KinectSensors.Count == 0)
        {
            MessageBox.Show("No se detecta ningun kinect");
            Application.Current.Shutdown();
        }

        miKinect = KinectSensor.KinectSensors.FirstOrDefault();

        try
        {
            miKinect.SkeletonStream.Enable();
            miKinect.ColorStream.Enable();
            miKinect.Start();
        }
        catch
        {
            MessageBox.Show("La inicializacion del Kinect fallo");
            Application.Current.Shutdown();
        }

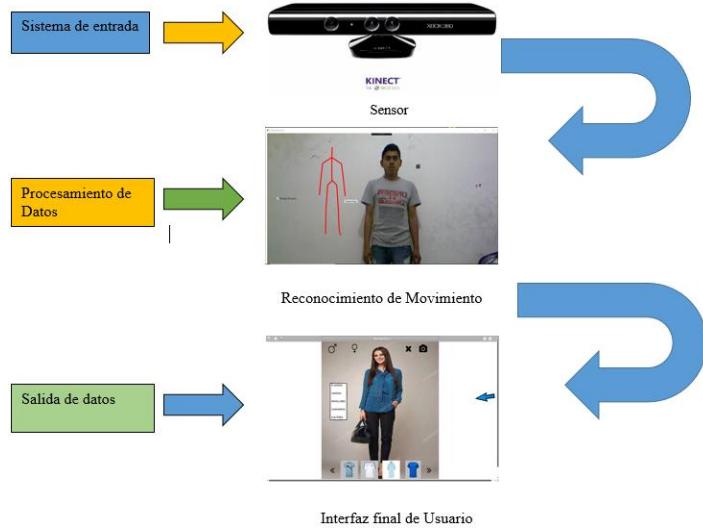
        miKinect.SkeletonFrameReady += miKinect_SkeletonFrameReady;
        miKinect.ColorFrameReady += miKinect_ColorFrameReady;

    }
    WriteableBitmap bitmapEficiente = null;

    -referencias
void miKinect_ColorFrameReady(object sender, ColorImageFrameReadyEventArgs e)
{
}

```

**Figura 3.** Codificación en lenguaje de programación C# para la interfaz del sistema.



**Figura 4.** Arquitectura del sistema probador de ropa virtual anti contacto físico.

### Conclusiones.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un software que cumple con las características indispensables de modelado, diseño y construcción de un sistema cuya función es la de probador virtual de prendas de vestir, integrando una interfaz dinámica y flexible para el usuario mediante el uso del sensor Kinect desde la plataforma C# .net, la metodología empleada para el desarrollo de la aplicación fue mediante el modelo de desarrollo de software en cascada; cada una de las etapas generó diversos componentes y módulos que integran el producto final.

Los requerimientos fueron documentados por el analista de sistemas basado en el formato IEEE 830 que favorecieron la definición de alcances; el uso de herramientas con soporte UML (Lenguaje de Modelado Unificado) permitieron modelar la arquitectura del sistema y el diseño de interfaz gráfica de usuario, en el desarrollo de los módulos se utilizó el Lenguaje C# y la base de datos en el sistema gestor MySQL para generar el catálogo virtual. Finalmente, se integran los módulos para la implementación y pruebas quedando el sistema finalizado ofreciendo una interfaz natural de usuario.

La aplicación final de usuario permite realizar las siguientes acciones: seleccionar el género del cliente, la edad, con estos datos el sistema muestra el catálogo de ropa a seleccionar, solicitando peso y altura sugiriendo la talla de la persona y a continuación el sistema sobrepone de manera virtual la prenda, generando en el cliente gusto y satisfacción por el uso de nuevas experiencias en las compras.

### Agradecimientos.

Los autores agradecen al Instituto Tecnológico Superior de Zongolica por las facilidades otorgadas para el desarrollo del proyecto, así como los comercios que participaron en el proyecto para las pruebas de usabilidad finalmente a todas las personas que directamente o indirectamente se vieron involucradas en el mismo.

## Referencias Bibliográficas.

- Benassini, M. (2009).** *Introducción a la Investigación de Mercados. Segunda Edición.* México. Editorial Pearson.
- Johnston, M. (2009).** *Administración de ventas. Novena Edición.* México. McGraw-Hill.
- Pressman, R. (2010).** *Ingeniería del Software: un enfoque práctico.* México. McGraw-Hill.
- Rivera, M. (2015).** *La evolución de las estrategias de marketing en el entorno digital: implicaciones jurídicas (Doctoral).* Universidad Carlos III, Madrid.
- Rodríguez, I. (2014).** *Marketing Digital y Comercio Electrónico. Segunda Edición.* Barcelona. Editorial Pirámide.
- Webb, J., Ashley, J. (2012).** *Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK.* Primera Edición. Estados Unidos. Editorial Apress.

## Información de los autores.



**Arturo Martín Morales Rayón.** Docente-Investigador PTC del Tecnológico Nacional de México campus Zongolica, Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información por parte de la Universidad Tecmilenio, Perfil Deseable PRODEP, Integrante del Cuerpo Académico ITESZO-CA-05 INGETEC, Línea de Investigación TECNM Tecnologías emergentes de la información y comunicación, Asesor de tesis de grado nivel Licenciatura redacción del libro “100 Términos Computacionales Náhuatl - Español.



**Martín Contreras de la Cruz,** Maestro en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico de Orizaba, Docente Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Catedrático en la Ingeniería en Sistemas Computacionales, Perfil deseable PRODEP, miembro del cuerpo académico ITESZO-CA-05 INGETEC, participante en la elaboración de libros y artículos de investigación y asesor de tesis de licenciatura, desarrollo del proyecto KualliKalli “Automatización de casas en la sierra de Zongolica” y redacción del libro de 100 términos computacionales Náhuatl - Español.



**Ricardo Garcia Castro**, Maestro en Redes y Sistemas Integrados, Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, Docente Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Catedrático en la Ingeniería en Sistemas Computacionales, Perfil Deseable PRODEP, Integrante del Cuerpo Académico ITESZO-CA-05 INGETEC, participante en la elaboración de libros y artículos de investigación así como el asesoramiento en tesis de grado a nivel licenciatura, Desarrollo de una aplicación android de alertas móviles para emergencias ciudadanas y Redacción del libro de 100 términos computacionales Náhuatl - Español.



**Ricardo Omar Raygoza Cázar** con grado de Maestría en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Docente Investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Catedrático en la Ingeniería en Sistemas Computacionales con perfil deseable PRODEP, participante en la elaboración de libros y artículos de investigación, asesor de tesis de grado licenciatura, Participante en estancia internacional JICA-Conacyt. Líder del cuerpo académico ITESZO-CA-05 INGETEC. Desarrollo de aplicaciones de procesamiento y reconocimiento de imágenes y redacción del libro “100 Términos Computacionales Náhuatl - Español”.



**Roberto Ruiz Castro**, se desempeña como profesor-investigador en la División de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México Campus Zongolica. Ha realizado estudios de Maestría en Tecnologías de Información por la Universidad Cristóbal Colón (UCC) de la ciudad y puerto de Veracruz, Ver. Ha publicado artículos en Congresos Nacionales e Internacionales en el área de Sistemas Computacionales. Ha desempeñado por elección los cargos de Secretario y Presidente de la Academia de Ing. en Sistemas Computacionales. Cuenta con el Perfil Deseable PRODEP. Es integrante del Cuerpo Académico ITESZO-CA-05 INGETEC. Línea de Investigación TECNM Tecnologías emergentes de la Información y Comunicación. Asesor de proyectos de Residencias Profesionales y de Tesis de grado de Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales. Pertenece a la Sociedad Mexicana de Ciencia de la Computación (SMCC), a la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE). Participante en la elaboración del libro “100 Términos Computacionales Náhuatl - Español”.

# **Resignificación de la práctica docente ante el uso de las tecnologías de la información.**

## **Resignification of the teaching practice before the use of information technologies.**

Aura Guadalupe Valenzuela Orozco\* (1).

Universidad Veracruzana.

[avalenzuela@uv.mx](mailto:avalenzuela@uv.mx).

María del Rosario Landín Miranda (2). Universidad Veracruzana, [rlandin@uv.mx](mailto:rlandin@uv.mx).

Martha Elba Ruiz Libreros (3). Universidad Veracruzana, [maruiz@uv.mx](mailto:maruiz@uv.mx).

Elizabeth Salazar Ayala (4). Universidad Veracruzana, [elisalazar@uv.mx](mailto:elisalazar@uv.mx).

María de los Ángeles Peña Hernández (5). Universidad Veracruzana. [angpena@uv.mx](mailto:angpena@uv.mx).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*La Universidad Veracruzana (UV) al igual que las Instituciones de Educación Superior (IES), se une a la decisión emitida por el gobierno federal y estatal ante la emergencia del confinamiento por la pandemia COVID-19. Disposición que impactó tanto en el ámbito económico, político, social y educativo. Por lo que llevó a las IES, a darle un giro al quehacer docente con el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TICs), es decir pasar de lo presencial a la modalidad virtual con el uso de recursos tecnológicos disponibles. Este cambio desconcertó a todos los actores del sistema educativo mexicano, específicamente aquellos que están inmerso en la praxis educativa, obligándose a una resignificación en su quehacer docente. Para el caso que nos ocupa el Cuerpo Académico UV-CA-350, se dio a la tarea de realizar un estudio sobre el uso de las tecnologías que los estudiantes universitarios empleaban para mantener la comunicación con sus docentes. La investigación se realizó con estudiantes del programa educativo Pedagogía de la UV, a través de la aplicación de un cuestionario. Algunos de los resultados obtenidos, encontramos que los alumnos se dieron a la tarea de utilizar plataformas virtuales como Eminus 3, ZOOM, Google Meet, entre otras. Mientras otros se le dificultó mantener una comunicación derivado de que no contaban con computadora propia y carecían de internet.*

**Palabras clave:** Educación presencial, educación a distancia, educación virtual, aprendizaje.

### **Abstract.**

*The University of Veracruz as the Higher Education Institutions join both to the decision given by the federal and state government facing the emergence of COVID- 19 pandemic confinement. Regulation that affected the economic, political, social and educational fields that led the Institutions of Higher Education (IES), to give a turn to the teaching work with the use of information and communication technologies (TICs), in other words, from face-to-face to virtual method using all the available technologies resources. This change disconcerts all the actors inside the Mexican Educational System, mainly those who are immersed in the Educational praxis, it forces them to remean their teaching*

*work. For this reason, the academic body UV-CA-350 took the task of carrying out the study about the use of technologies that University students used to maintain communication with their teachers. The research was carried out with students of the Pedagogy Educational Program from the UV, through the application of a questionnaire. Some of the obtained results, we found that students used virtual platform such as Eminus 3, ZOOM, Google Meet among others. While others found it difficult to maintain communication because they did not have their own computer and did not have internet.*

**Keywords:** face-to-face education, distance education, virtual education, learning.

## 1. Introducción.

Las Instituciones de Educación Superior (IES), en marzo 2020, ante la emergencia del confinamiento generado por COVID-19, obligó a los docentes a utilizar diversos recursos de tecnologías de la información y comunicación (TIC's), para lograr el desarrollo del proceso de aprendizaje. Ante este cambio tan emergente se generó una inquietud por parte de los miembros y colaboradores del Cuerpo Académico Estudios de Complejidad Sustentabilidad e Innovación en Docencia (UV-CA-350), adscrito a la Facultad de Pedagogía-Escolarizado, lo que llevó a la tarea de realizar una investigación que tuvo en cuenta: Conocer el índice de satisfacción de los estudiantes de la Facultad de Pedagogía, con respecto al uso de las TIC's durante el confinamiento, las experiencias vividas en la modalidad virtual y sus aprendizajes en comparación a las clases presenciales.

Para la realización de esta investigación se aplicó un cuestionario a 106 estudiantes de la Licenciatura en Pedagogía, inscritos en los cursos que integran el plan de estudios 2016 y que forman parte de la carga académica de los docentes del cuerpo académico antes citado.

Consideramos que haber desarrollado esta investigación, ha sido una oportunidad para repensar las acciones pedagógicas, reflexionar sobre el trabajo académico en línea y encontrar el sentido en el uso de las tecnologías de la información y comunicación para la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje.

Para el desarrollo de este estudio resulta fundamental explicar en qué consiste las modalidades que ofrece la educación desde las tecnologías de la información siendo éstas, educación a distancia, educación virtual y/o educación en línea, con la finalidad de reflexionar cuál es el uso que se le está dando a cada una de ellas.

Empecemos con las características de la educación a distancia, sus orígenes tienen relación con la educación de adultos donde se empleaba como medio principal la correspondencia. Una de las principales características de este tipo de educación es el autoaprendizaje, el cual se distingue por ser autodirigido, autónomo y autorregulado. Grow (1991, citado por Martínez, 2008) expresa que:

el aprendizaje autodirigido se da cuando la persona que está en proceso de aprendizaje define claramente las metas de aprendizaje que quiere alcanzar, las relaciona con sus necesidades, su experiencia laboral, su desarrollo personal y elige, entre varias opciones, el programa educativo que le permite satisfacer sus necesidades, y, si va más allá y define sus propias normas en relación al cómo y cuándo va a realizar su aprendizaje, este será autónomo, y solo cuando tenga claro sus metas y cómo realizar su aprendizaje, podrá autorregularlo, autoevaluando si realmente está haciendo lo correcto para lograr sus metas. (p. 9)

Como podemos observar, la modalidad de educación a distancia hace hincapié en la responsabilidad que el alumno tiene de su aprendizaje haciendo uso de los materiales educativos que están en la plataforma y no en el rol del profesor durante el proceso educativo. Además, este tipo de educación depende de los recursos de comunicación remota los cuales, en su desarrollo, se han ido adaptando a los avances tecnológicos, surgiendo las modalidades de la educación virtual y el aprendizaje en línea. En la educación a distancia, el autoaprendizaje y las actividades solicitadas por el docente se desarrollan a partir de una mediación pedagógica.

En cambio, la educación virtual utiliza e intercambia la información obtenida entre el docente y los alumnos ya sea por correo electrónico o plataformas educativas, mediante las cuales los alumnos revisan y descargan los materiales

de clase, suben trabajos o asignaciones, incluso trabajan de manera colaborativa sin existir experiencia sincrónica. Otra característica de esta modalidad es la comunicación se da por medios electrónicos

Por otro lado, en la educación en línea también conocida como on-line, se destaca por las clases en tiempo real, desde donde el alumno se encuentra interactuando con sus profesores y compañeros, además de asistir a videoconferencias, someterse a evaluaciones en vivo, participando en foros de discusión, desarrollando trabajos grupales, etc. (Rojas, Pérez, Torres y Peláez, 2014, citado por Mera y Mercado, 2019, p. 361).

Mientras que en la educación a distancia y virtual se hace énfasis en la autonomía y el autoaprendizaje por parte del alumno, en la educación en línea el profesor tiene la encomienda de las clases en tiempo real. En relación con lo anterior, Martínez (2008) indica que:

en e-learning (educación en línea) el rol del profesor consiste en resolver las dudas de los alumnos, corregir sus ejercicios, proponer trabajos realizando todas sus acciones con la utilización de internet como herramienta de trabajo, bien por medios textuales (mensajería instantánea, correo electrónico) o bien por medios audiovisuales (videoconferencia). (p.16)

Una vez comprendida la diferencia entre las modalidades, la educación en línea resulta ser un método de la educación a distancia que implica, de manera equivalente, el actuar de ambos actores del proceso educativo: el alumno y el profesor, pues, a diferencia de la educación presencial, implica una responsabilidad más autorregulada por parte del estudiante e ínsita al profesor a adaptar su práctica aprovechando todos los recursos tecnológicos buscando que las herramientas didácticas que utiliza sean intuitivas, dinámicas y fáciles de seguir.

En relación con lo anterior, Muilenburg y Berge (2002, citado por Corona, 2016, pp. 187-188) agruparon en 10 variables una serie de barreras u obstáculos que se presentan en la educación a distancia de las cuales, para el desarrollo de este estudio, se destacan dos variables, la de ‘Compensación y tiempo del profesorado’, en ella se menciona que los cursos de educación a distancia requieren un mayor compromiso de tiempo, y la variable de ‘Acceso’ que implica el hecho de que muchos estudiantes no cuentan con los diversos dispositivos electrónicos que ofrece las tecnologías de la información como son el software, hardware o a la Internet, existe preocupación por la inequidad de acceso a cursos que se ofrecen.

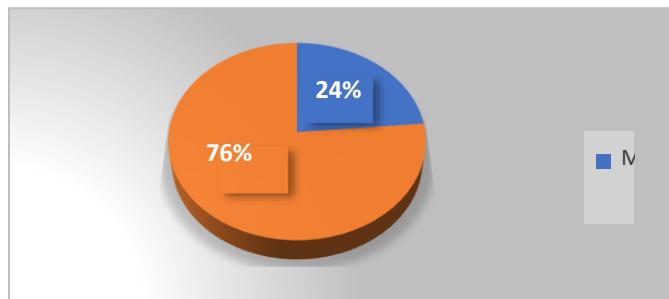
Todo lo anterior indica que el cambio de modalidad presencial a uno en línea implica una transformación para la práctica docente, tanto en la manera en cómo el estudiante aprende, el tiempo que dedica a sus actividades, requiriendo de un aprendizaje autodirigido, autónomo y autorregulado, como en la manera en que el docente lleva a cabo su enseñanza, cambiando sus estrategias y las herramientas de su práctica, aunado a la serie de obstáculos que se pueden presentar como: incremento en el compromiso del tiempo, falta de recursos para la conexión, resistencia organizacional al cambio, falta de planeación estratégica, falta de apoyo técnico, compensación e incentivos para el profesorado, falta de espacios, recurso económico etc. (Corona, 2016, pp.184-185), contribuyendo a que las experiencias virtuales de los alumnos se vuelvan desfavorables para su aprendizaje.

## 2. Métodos.

El estudio se realizó desde el enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, transeccional, con un diseño no experimental, teniendo como objetivo conocer el índice de satisfacción de los estudiantes de la Facultad de Pedagogía, con respecto al uso de las TIC's durante el confinamiento, las experiencias vividas en la modalidad virtual y sus aprendizajes en comparación a las clases presenciales, lo que llevó a la Universidad Veracruzana a tomar la decisión de trasladar la enseñanza presencial a enseñanza en línea.

Los participantes fueron seleccionados de forma no probabilística, el muestro fue de tipo intencional, conformado por los estudiantes que estaban inscritos en el periodo escolar febrero-julio 2020, cuyas experiencias educativas pertenecen las Áreas de conocimiento: Docencia y Mediación Pedagógica, Administración y Gestión Educativa, el total de alumnos participantes fue de 106, del cual el 76% corresponde al sexo femenino y el 24% sexo masculino

(ver figura 1).



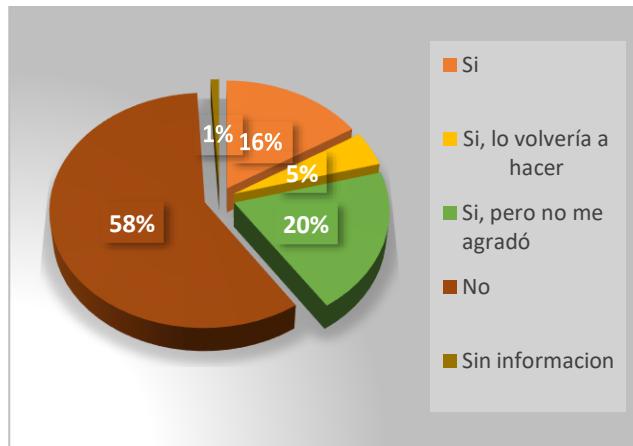
**Figura 1.** Género de los estudiantes.

Para recabar información sobre las variables de interés, se diseñó un cuestionario, validado exprofeso. Dicho instrumento estuvo estructurado entre ellos, datos generales, recursos tecnológicos, obstáculos/limitaciones, satisfacción por la modalidad educativa, etc. El tratamiento de la información se realizó a través del paquete estadístico SPSS, versión 9.0

### 3. Resultados.

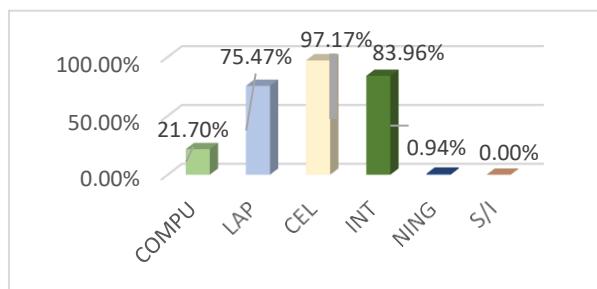
En el siguiente apartado, se muestra de manera genérica los resultados obtenidos a través de la aplicación del cuestionario a los estudiantes universitarios

En lo que corresponde a la experiencia en las clases virtuales, se observa que los estudiantes participantes en dicha investigación respondieron que al menos el 58% no habían tenido experiencias en clases virtuales y el otro 20% manifiesta que sí, pero no les agració, mientras que el 16% expresaron que si les agració y un 5% quisió lo volvería hacer y un 1% expresó que no volvería a experimentar dicha modalidad. (ver figura 2).



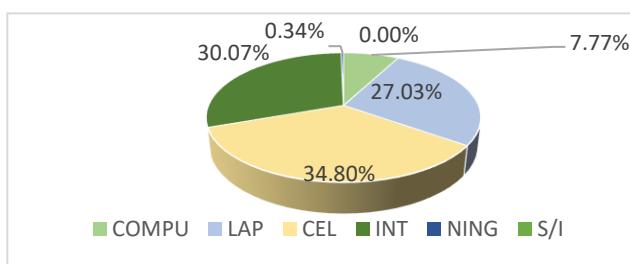
**Figura 2.** Experiencia en clases virtuales.

Respecto al uso del recurso tecnológico que los estudiantes empleaban antes del confinamiento por COVID-19 se muestra que el teléfono celular era el dispositivo más utilizado con un 97.17 %, seguido del internet el 83.96%, mientras que el 75.47% mencionan que usaron laptop, y en su minoría se observa que el 21.70% usaron computadora de escritorio y 0.94% no se hizo uso de ningún recurso. (ver figura 3).



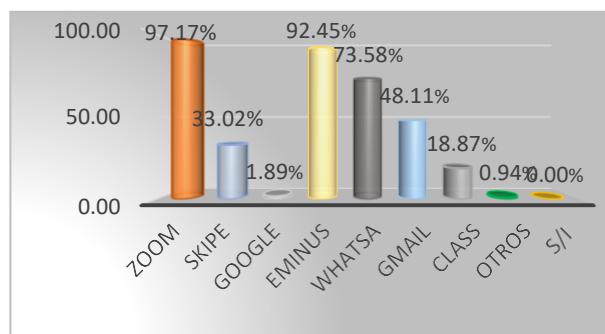
**Figura 3.** Uso de recurso tecnológico antes del confinamiento.

En cuanto al uso de recursos tecnológicos por los estudiantes durante el confinamiento los resultados muestran que el 34.80% contaban con dispositivo de telefonía celular, mientras el 30.07%, utilizaban internet, así mismo el 27.03% utilizaba computadora laptop, y el 7.77% contaba con computadora de escritorio. (ver figura 4)



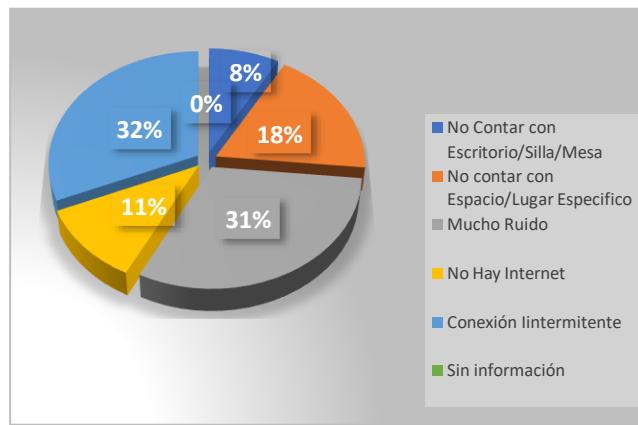
**Figura 4.** Uso de recurso tecnológico durante el confinamiento.

Para conocer las percepciones de los estudiantes, en cuanto al uso de tecnologías de la información y comunicación, se dio a la tarea de preguntar, cuáles eran las plataformas digitales que sus docentes utilizaban y que se vieron en la necesidad de familiarizarse para las clases virtuales, manifestando que el 97.17% utilizan ZOOM, el 92.45% la plataforma Eminus 3, el 73.58% utilizaron el WhatsApp. Mientras que las plataformas con menor uso durante el confinamiento fueron gmailcon 48.11%, Skype con un 33.02%, Classroom 18.87%, Google Meet 1.89% y otroscon 0.94%, lo que refleja que la comunidad estudiantil y académica hace uso de laplataforma Eminus 3 y el ZOOM con la licencia universitaria. (ver figura 5).



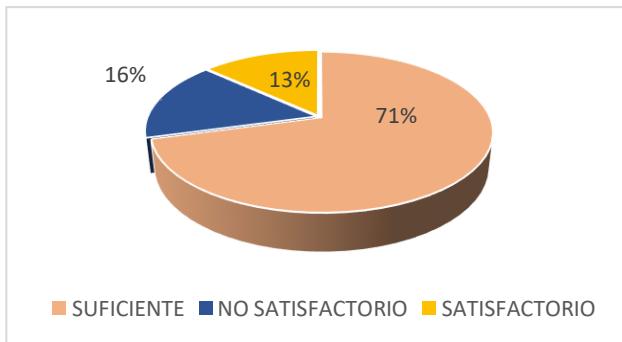
**Figura 5.** Uso de plataforma digitales.

Otro de los datos presentados en el estudio fue que los estudiantes manifestaron los obstáculos/limitantes al tener sus clases virtuales y/o realizar sus actividades académicas durante el confinamiento lo que se observa que el 32% de los estudiantes tuvo conexión manera intermitente, el 31% se les presentó mucho ruido,el 18% no contaban con un espacio o lugar específico para trabajar, 11% sin internety 8% no contaban con un escritorio, sillas o mesas. (ver figura 6).



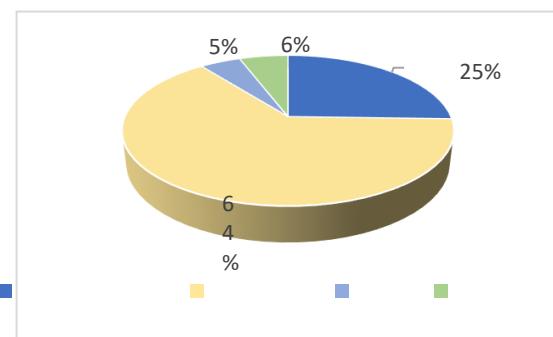
**Figura 6.** Obstáculos/limitantes en las clases virtuales durante el confinamiento.

En cuanto al grado de satisfacción en el aprendizaje en las sesiones presenciales los alumnos manifiestan que el aprendizaje obtenido en dichas sesiones es 71% como suficiente, y el 16% es satisfactorio y sólo un 13% fue no satisfactorio, (ver figura 7), lo que resulta que los alumnos se sienten satisfechos de su aprendizaje en la modalidad presencial.



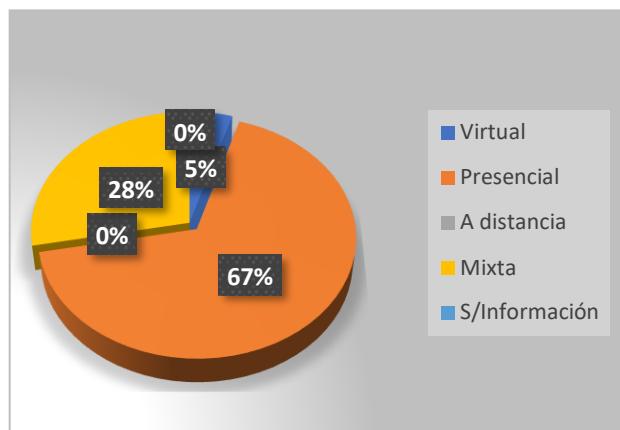
**Figura 7.** Grado de satisfacción en el aprendizaje (sesiones presenciales).

Con relación al grado de satisfacción referente a su aprendizaje en las clases virtuales, los estudiantes manifiestan en comparación a la figura anterior que su aprendizaje es diferente con el 64%, mientras que el 25% se siente satisfecho, y el 6% considera que fue igual y solo un 5% manifiesta que es mejor el aprendizaje en las sesiones virtuales que en las sesiones presenciales. (ver figura 8).



**Figura 8.** Grado de satisfacción en el aprendizaje (sesiones virtuales).

Finalmente, los estudiantes participantes en esta investigación manifiestan el 67% que la modalidad educativa es mejor presencial y el otro 28% prefiere que sea unamodalidad mixta y el solo 5% virtual. (ver figura 9)



**Figura 9.** Modalidad educativa de su preferencia.

## Conclusiones.

De acuerdo, con los resultados obtenidos en esta investigación y después de haber realizado un análisis de las gráficas presentadas con anterioridad, podemos concluirlo siguiente:

- Los dispositivos electrónicos que nos ofrece las tecnologías de la información y comunicación han sido de gran ayuda para resignificar la práctica educativa durante el confinamiento por COVID-19, pues se observa que los estudiantes vieron en la necesidad de utilizar con mayor frecuencia su dispositivo móvil para mencionar algunos a fin de dar seguimiento a su trayectoria académica y así acreditar sus experiencias educativas.
- Otro dato de mayor importancia es el uso de la plataforma Eminus 3<sup>1</sup>, con la que cuenta la Universidad Veracruzana para mantener una comunicación de manera asincrónica y sincrónica entre los docentes y alumnos, pues esta plataforma permite planear, organizar y evaluar los contenidos de las experiencias educativas.
- Otra herramienta con la cual los estudiantes se familiarizaron fue la plataforma ZOOM, con licencia institucional, pues a través de ella la comunicación sincrónica entre docentes y alumnos fue de cierta manera satisfactoria, aunque en algunos casos los estudiantes manifiestan tener problemas de conectividad, por lo tanto, los alumnos revelan que su aprendizaje es diferente en comparación con las sesiones presenciales.

Aunado con lo anterior el cuerpo académico estudios de complejidad sustentabilidad e innovación en la docencia (UV-CA-350) propone algunas estrategias pedagógicas en modalidad mixta para la impartición de clases:

- Realizar un diagnóstico a través de un cuestionario para tener conocimientos sobre el recurso tecnológico con lo que cuenta los estudiantes para su proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Docentes flexibles y empáticos en sus experiencias educativas de acuerdo con la modalidad.
- Seguimiento individualizado con los estudiantes.
- Retroalimentación de los docentes por lo menos una vez a la semana. Todas las sesiones se graben, con la finalidad de que sea un medio que puedan consultar, pero con autorización de los estudiantes.

<sup>1</sup> Se refiere a la plataforma digital institucional con la que cuenta la Universidad Veracruzana, para el desarrollo de las actividades académicas en modalidad en línea.

Finalmente, al concluir dicho estudio, da cuenta de la importancia de conocer los recursos y/o herramientas tecnológicas con los que cuenta los estudiantes universitarios, con el fin de tenerlo presente en la planeación didáctica de nuestro quehacer profesional, pues a partir de ello es que debemos de resignificar nuestra práctica docente a través del uso de las TIC's.

### **Referencias Bibliográficas.**

**Corona, J. D. (enero-junio 2016).** Implementación de la Educación a Distancia a partir de un Programa Presencial de Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos: Revisión de Literatura. *REDU, Revista de docencia Universitaria*. Vol. 14(Nº 1), pp. 179-201. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5741999>

**Grow, Gerald (1991)** «Teaching Learners to Be Self Direct». *Adult Education Quartely*, vol. XLI, N° 3, pp. 125-149. Tallahassee, Florida.

**Martínez, C. H. (septiembre 2008).** La educación a distancia: sus características y necesidad en la educación actual. *Educación*. Vol. 17(Nº 33), pp. 7-27. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5057022>

**Mera, A. R., Mercado, J. D. (12 de noviembre de 2019).** Educación a distancia: Un reto para la educación superior en el siglo XXI. *Dominio de las ciencias*. Vol. 5(Nº 4), pp. 357-376. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7152645>

### **Información de los autores.**



**Aura Guadalupe Valenzuela Orozco.** Licenciada en Pedagogía, actualmente es profesora de tiempo completo en la Facultad de Pedagogía de la Universidad Veracruzana, Maestría en Educación, Integrante Titular del Cuerpo Académico Estudios de Complejidad: Sustentabilidad e Innovación en Docencia (CA ECSID 350). Se ha certificado por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales por parte de la Secretaría de Educación Pública, Cuenta con un diplomado en “Diseño Curricular: Arquitectura Pedagógica” por la Universidad Veracruzana, He sido jurado de trabajos recepcionales de la facultad de pedagogía y Directora de tesis, es miembro activo de la red Iberoamérica de Investigación para la Innovación de la Educación a Distancia (REIIID), Posee el Reconocimiento de Perfil Deseable por la Subsecretaría de Educación Superior, SEP, 2018-2021.



**María del Rosario Landín Miranda.** Es Dra. en Pedagogía por la Universidad de Barcelona, España y Licenciada en Pedagogía por la Universidad Veracruzana, México. Actualmente es Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Pedagogía de la Universidad Veracruzana, Región Poza Rica-Tuxpan. Cuenta con Experiencia Docente por 22 años al interior de la Facultad de Pedagogía, impartiendo cursos del área de investigación educativa, evaluación y currículum. Ha desarrollado investigación en las áreas de Evaluación Educativa y Narrativa Educativa, con investigaciones registradas ante el PRODEP y la Dirección General de Investigaciones de la Universidad Veracruzana. Entre sus logros destacan: Formar parte del Sistema Nacional de Investigadores, contar con el Perfil Deseable PRODEP (2021-2023), ser miembro del Consejo Mexicano de Investigación Educativa; fue becada por la SEP para realizar estudios de doctorado en la Universidad de Barcelona, España.



**Martha Elba Ruiz Libreros.** Licenciada en Pedagogía, con estudios de Doctor en Educación, es profesor de tiempo completo de la Facultad de Pedagogía, región Xalapa, de la Universidad Veracruzana, cultiva la línea de investigación sustentabilidad e innovación en la Docencia. Es miembro activo de la red Iberoamérica de Investigación para la Innovación de la Educación a Distancia (REIIIED), de la Asociación Nacional de Estudios de Educación Superior (ANEES). Posee el Reconocimiento de Perfil Deseable por la Subsecretaría de Educación Superior, SEP, 2021-2023. Ha participado como ponente y conferencista en eventos nacionales e internacionales. Es coautora de artículos y capítulos de libros en revistas arbitradas y en editoriales de prestigio internacional. Coordina Proyectos de investigación y tesis relacionadas con la línea de investigación que cultiva, Coordina el Cuerpo Académico CA ECSID-350, con registro en PRODEP. SEP. México.



**Elizabeth Salazar Ayala.** Licenciada en Pedagogía de la Universidad Veracruzana, Mtra. en Ciencias de la Educación de la Universidad Istmo Americana y Dra. en Educación por la Escuela Libre de Ciencias Políticas y Administración Pública de Oriente. Docente de la Universidad Veracruzana y en la Maestría. en Educación en la Escuela Libre de Ciencias Políticas y Administración Pública de Oriente, con experiencia docente en Planeación Didáctica, Evaluación de los Aprendizajes, Pensamiento Crítico para la Solución de Problemas y Didáctica. Libro publicado: Educación Innovación Tecnológica y Auto-aprendizaje. Colabora en el Cuerpo Académico Estudios de complejidad, sustentabilidad e innovación en la docencia (CA ECSID 350).



**María de los Ángeles Peña Hernández.** Licenciada en Pedagogía, cuenta con especialidad en estudios de opinión por la Universidad Veracruzana (UV), tiene estudios de maestría, se ha certificado en la impartición de recursos presenciales, por parte del Organismo Acreditador de Competencias Laborales del Estado de Veracruz (ORACVER). Es docente de asignatura en la Facultad de Pedagogía, UV. Colabora en el Cuerpo Académico Estudios de complejidad, sustentabilidad e innovación en la docencia (CA ECSID 350). Responsable académica de la sede a distancia UV en el Seminario de Educación Superior de la UNAM. Revisora de artículos científicos en la Revista Identidad Bolivariana. Ha participado como ponente en diferentes eventos académicos nacionales.

einternacional. Además, es autora de artículos y capítulos de libro. Ha sido jurado en la presentación del trabajorecepcionales. Coordinadora del libro Escenarios de la práctica docente en el siglo XXI: sistematización e innovación.

# **Sistema de vigilancia vecinal.**

## **Neighborhood watch system.**

Hesiquio Zarate Landa\* (1).

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Escárcega.

[zarate@itsescarcega.edu.mx](mailto:zarate@itsescarcega.edu.mx).

Leonardo Cruz Navarrete (2). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Escárcega,  
[lcruz@itsescarcega.edu.mx](mailto:lcruz@itsescarcega.edu.mx).

Ivette Stephany Pacheco Farfán (3). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Escárcega,  
[ipacheco@itsescarcega.edu.mx](mailto:ipacheco@itsescarcega.edu.mx).

Damián Uriel Rosado Castellanos (4). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, [damianrc@itsescarcega.edu.mx](mailto:damianrc@itsescarcega.edu.mx).

---

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*La Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2016) en su artículo 20 fracción IX menciona que: "El Centro Nacional de Prevención del Delito y Participación Ciudadana tendrá entre sus principales atribuciones: Promover la participación ciudadana para el fortalecimiento del Sistema en los términos de esta Ley". Con lo anterior se deja clara la premisa de que la participación ciudadana es una parte medular en la concepción de una seguridad pública. Por tal motivo, el principal objetivo de este trabajo de investigación es implementar una aplicación móvil que permita apoyar en la comunicación de incidencias a los ciudadanos que formen grupos de trabajo y vigilancias vecinales. Para poder realizar la aplicación se utilizó la metodología ágil de desarrollo de software Scrum. La principal funcionalidad de la aplicación es delimitar un área geográfica en un mapa que representa una colonia o una parte de la colonia, dicha área representa la sección de su entorno vecinal de vigilancia. Los vecinos añaden al área sus números telefónicos para mantener comunicación de las incidencias de seguridad de su interés. Otra funcionalidad importante es un botón de pánico con el cual pueden avisar a los números telefónicos dentro del área algún problema de seguridad en tiempo real. Este artículo presenta la implementación de una aplicación para incentivar su uso en 28 grupos poblaciones que se encargan de realizar vigilancia vecinal de forma física, lo que conlleva a desgaste de energías al trasladarse de un lugar a otro, por lo que con este proyecto se genera la posibilidad de vigilar desde sus dispositivos móviles en la comodidad de sus hogares o de cualquier otra parte con conexión a Internet.*

**Palabras clave:** Sistema de vigilancia, vigilancias vecinales, aplicación móvil, seguridad, delincuencia.

### **Abstract.**

*The General Law of the National Public Security System (Chamber of Deputies of the H. Congress of the Union, 2016) in its article 20 section IX mentions that: "The National Center for Crime Prevention and Citizen Participation will have among its main powers: Promote the citizen participation for the strengthening of the System*

*in the terms of this Law". With the above, the premise that citizen participation is a core part of the conception of public security is made clear. For this reason, the main objective of this research work is to implement a mobile application that allows support in the communication of incidents to citizens who form work groups and neighborhood watches. In order to carry out the application, the agile Scrum software development methodology was used. The main functionality of the application is to delimit a geographic area on a map that represents a neighborhood or a part of the neighborhood, said area represents the section of its neighborhood watch environment. Neighbors add their telephone numbers to the area to maintain communication of security incidents of interest to them. Another important functionality is a panic button with which you can notify the telephone numbers within the area of a security problem in real time. This article presents the implementation of an application to encourage its use in 28 population groups that are in charge of performing neighborhood watch physically, which leads to wasting energy when moving from one place to another, so this project generates the possibility of monitoring from their mobile devices in the comfort of their homes or anywhere else with an Internet connection.*

**Keywords:** Surveillance system, neighborhood watch, mobile application, security, crime.

## 1. Introducción.

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2017) los delitos tales como: robo de vehículo, robo a casa habitación, robo o asalto en calle o transporte público, robo en cualquier forma distinta de las anteriores, fraude, extorsión, amenazas verbales y lesiones, se incrementaron 1.38% respecto a la medición del año inmediato anterior. De acuerdo a las cifras del INEGI, el problema de la inseguridad no ha parado de incrementarse con el paso de los años, teniendo como principal factor el incremento de la población que ha influido directamente en los indicadores de seguridad ciudadana. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la Encuesta de Cohesión Social para la Prevención de la Violencia y la Delincuencia (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015) a nivel nacional el 44.2% de la población entre 12 y 29 años se organiza para contribuir a la seguridad de sus colonias. En Campeche el porcentaje de la muestra es de 46.6%.

Esto indica que la sociedad se empieza a involucrar de forma activa por la tranquilidad y protección de su entorno próximo. Además, la misma encuesta indica que el nivel de confianza entre vecinos a nivel nacional para pedir ayuda ante ausencia de adultos en el hogar es de 84.7%. Indica también que el 73.8% de los vecinos están al pendiente de las casas de su entorno vecinal durante la ausencia de sus dueños. La organización vecinal puede apoyarse en el uso de herramientas tecnológicas, como aplicaciones móviles para fomentar lazos de confianza entre los miembros de una comunidad. Además, puede permitir estrechar la vigilancia coadyuvando a los cuerpos de seguridad pública en una labor que cada día se hace más compleja.

Dentro de los proyectos similares que se tienen documentados se encuentra el de Luis Ricardo León Flores (2015) que propuso el desarrollo de un “sistema de control activado vía bluetooth para alarma vecinal y domiciliaria”, que no cuenta con la implementación final de la aplicación, ya que solo se documenta la planeación del mismo. Durante la investigación también se encontraron datos de un proyecto “aplicación móvil basada en M-Gobierno y Redes Sociales” tuvo como finalidad combatir la inseguridad en tiempo real, junto con la municipalidad. Cuyo objetivo es dar a los ciudadanos en coordinación con los municipios una aplicación móvil, la integración de gobierno móvil permite aprovechar mejor los beneficios de estos destinados a mejorar los canales de comunicación en beneficio de la seguridad pública (Arnedo, y otros, 2016).

Otro trabajo relevante es el de la empresa Aguis SpA (2017), que desplegó en la tienda de aplicaciones de Google Play una herramienta móvil para los países de Argentina, Chile y Costa Rica que contiene mapas de zonas vecinales, pero no permite la configuración desde otros países. En México no se tienen registrados proyectos similares de aplicaciones móviles que se encarguen de proveer a los grupos vecinales la posibilidad de contar con un medio de comunicación privado y un botón de pánico utilizado para alertar a los vecinos de la zona en cuanto algún vecino se percate de la ocurrencia de algún delito.

## 2. Métodos.

Para la realización del presente trabajo se utilizó la metodología Scrum, la cual fue desarrollada por Ken Schwaber, Jeff Sutherland y Mike Beedle, quienes la definieron para que actuara como un marco para la gestión de proyectos, Scrum se ha utilizado con éxito durante los últimos 10 años y está especialmente indicada para proyectos con un rápido cambio de requisitos. Sus principales características se pueden resumir en dos. El desarrollo de software se realiza mediante iteraciones, denominadas sprints, como se muestran en la Tabla 1, con una duración de 30 días. El resultado de cada sprint es un incremento ejecutable que se muestra al cliente. La segunda característica importante son las reuniones a lo largo del proyecto, entre ellas destaca la reunión diaria de 15 minutos del equipo de desarrollo para su coordinación e integración (Letelier & Penadés, 2003).

**Tabla 1.** Descripción de las actividades de la metodología Scrum.

Sprint 1 Análisis	Sprint 2 Ejecución	Sprint 3 Implementación
1. Toma de requerimientos	4. Diseño de la aplicación	7. Implementación de la aplicación
2. Planteamiento de la solución	5. Desarrollo de la aplicación	8. Análisis de resultados
3. Aplicación de las técnicas de recolección de datos	6. Pruebas de funcionalidad	

## 3. Desarrollo.

Dentro de las primeras etapas se realizaron las siguientes actividades: Análisis de la situación de seguridad ciudadana en Colonias de Escárcega, identificación de grupos vecinales y adaptación de características para la aplicación propuesta.

Derivado de las actividades de la toma de requerimientos, se planteó que la aplicación contendría con los módulos que se describen en la Tabla 2, teniendo como prioridad la sección de zona vecinal, donde se podrá delimitar un área geográfica en un mapa que representa una colonia o una parte de la colonia, dicha área representa la sección de su entorno vecinal de vigilancia. Los vecinos deben añadir al área sus números telefónicos para mantener comunicación de las incidencias de seguridad de su interés.

**Tabla 2.** Relación de Módulos de la Aplicación.

Módulo	Objetivo
<b>Portada</b>	Presentación de la aplicación
<b>Login</b>	Área de acceso al usuario
<b>Registro</b>	Alta para el usuario
<b>Sección de Zona Vecinal (Figura 1)</b>	Módulo para seleccionar la zona de aplicación del sistema de alarma
<b>Área de pánico</b>	Acceso al módulo del botón de pánico.

Durante la etapa de diseño de la aplicación móvil se realizaron las pantallas de los módulos con los que contaría la aplicación. Dentro de la etapa de desarrollo de la aplicación móvil, se utilizaron las siguientes herramientas (Tabla 3):

**Tabla 3.** Herramientas de desarrollo.

Herramienta	Objetivo
<b>Cordova Apache</b>	Entorno de desarrollo de la aplicación móvil
<b>HTML</b>	Lenguaje de programación para entornos Web
<b>Javascript</b>	Lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript.
<b>CSS</b>	Lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado

Las figuras 1 y 2 son capturas gráficas de las vistas del módulo de sección de zona vecinal, donde se agregó la función que delimita un área geográfica en un mapa que representa una colonia o una parte de la colonia, dicha área representa la sección de su entorno vecinal de vigilancia.

**Figura 1.** Registro Selección de la Zona Vecinal.



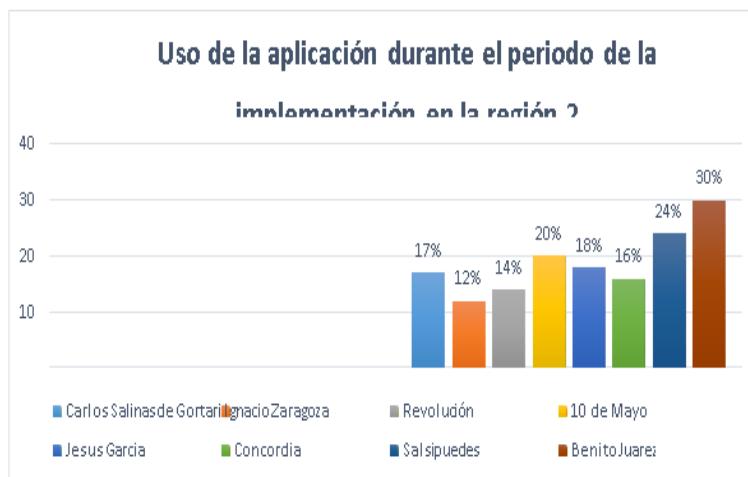
**Figura 2.** Zona de Cobertura de Vigilancia Vecinal.

Para la etapa de implementación de la aplicación móvil se visitaron a los grupos vecinales existentes para sugerirles el uso de la aplicación y con esto coadyuvar al desarrollo de un sistema de seguridad vecinal en las colonias de la cabecera municipal de Escárcega (Figura 3).



**Figura 3.** Visitas a grupos vecinales.

Se desplegó una versión exportable de la aplicación para cada uno de los usuarios finales, los cuales valoraron el proyecto después de hacer las pruebas pertinentes. Para la implementación de la aplicación se decidió seleccionar las colonias de la cabecera municipal de Escárcega, en donde se explicó a cada uno de los encuestados el objetivo principal del proyecto, el funcionamiento y la usabilidad de la aplicación. En la figura 4, se muestra una gráfica del uso de la aplicación durante el periodo de la implementación que tuvo una duración de tres semanas aproximadamente. Los datos de la gráfica del uso de la aplicación fueron recaudados a través de las incidencias que se fueron presentando en las colonias como se muestra en las gráficas anteriores, resaltando a la colonia Benito Juárez con un 30% de uso semanal por parte de los miembros de sus grupos vecinales.



**Figura 4. Frecuencia de uso de la aplicación de vigilancia vecinal.**

La Figura 5 muestra los resultados obtenidos durante las 3 semanas de prueba del proyecto en la comunidad, logrando un total de 28 grupos vecinales que utilizaron la aplicación, separados en 8 colonias de la zona centro del municipio de Escárcega.

Carlos Salinas de Gortari	4 grupos
Ignacio Zaragoza	2 grupos
Revolución	3 grupos
10 de Mayo	5 grupos
Jesus Garcia	2 grupos
Concordia	4 grupos
Salsipuedes	3 grupos
Benito Juárez	5 grupos

**Figura 5. Relación de colonias y grupos de vigilancia vecinal.**

En total la aplicación fue utilizada en el periodo de prueba por 317 personas que pertenecen a 28 grupos de 8 colonias del municipio de Escárcega, se reportaron 2 usos del botón de pánico (en las colonias Benito Juárez y Salsipuedes), teniendo como consecuencia la prevención en ambos casos del posible delito debido al apoyo de los vecinos que intervinieron.

## Conclusiones.

El proceso de la tecnología en los dispositivos móviles ha otorgado beneficios a los usuarios, pero también les ha dado la oportunidad a criminales de convertir en más inseguras las colonias. Los problemas de seguridad no solo consideran agresiones físicas a las personas, sino considera el uso de tecnología para llamadas o mensajes de extorsión, por ejemplo. Considerar la implementación de aplicaciones móviles en cuestiones de seguridad vecinal aumenta la confianza entre los pobladores de las colonias de la ciudad de Escárcega, Campeche debido a la alta disponibilidad de comunicación entre los usuarios para la prevención y acción ante un delito.

La aplicación móvil de alarma vecinal permitió el monitoreo de delitos en distintas colonias. Para lograr esto, definimos un protocolo de comunicación entre dispositivos. Durante la implementación de la aplicación se alcanzó el número de 317 usuarios, cifra que indica una media de 11 personas por grupo vecinal, con este trabajo se generó un bien social que permite a los ciudadanos estar más unidos y cercanos para la prevención de delitos.

Los resultados demuestran 2 delitos evitados por el uso del botón de pánico. Con todo lo mencionado anteriormente, podemos concluir que desarrollamos una aplicación móvil funcional para la ciudadanía de Escárcega, Campeche que permite prevenir delitos mediante una comunidad de usuarios que utilizan la aplicación.

### **Créditos.**

Esta investigación fue financiada por el Tecnológico Nacional de México.

### **Agradecimientos.**

Se agradece a la división de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega por el apoyo proporcionado en las gestiones necesarias para realizar este proyecto.

### **Referencias Bibliográficas.**

- Aguis SpA. (2017). Aplicación Vecino Seguro.** Aguis SpA. Sitio web: <https://play.google.com/store/apps/details?id=aguis.spa.utu.push.cl.vecinoseguro>
- Arnedo y Cardenas (2016).** *Aplicacion de M-GOVERNMENT Y RED SOCIAL Para la seguridad ciudadana en Lima.* LIMA : s.n., 2016.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (26 de junio de 2016).** *Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública.* Recuperado el 16 de marzo de 2018, de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGSNSP\\_260617.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGSNSP_260617.pdf)
- Canós, J., Letelier, P., & Penadés, M. C. (2003).** *Metodologías ágiles en el desarrollo de software.* Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 1-8.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (agosto de 2015).** *Encuesta de Cohesión Social para la Prevención de la Violencia y la Delincuencia (ECOPRED) 2014.* Recuperado el 16 de marzo de 2018, de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/especiales/ecopred/2014/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (26 de septiembre de 2017).** *Boletín de Prensa Núm. 417/17.* Recuperado el 16 de marzo de 2018, de [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2017/envipe2017\\_09.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2017/envipe2017_09.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (26 de septiembre de 2017).** *Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2017.* Recuperado el 16 de marzo de 2018, de <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/envipe/2017>
- León Flores, L. R. (2015).** *Sistema de control activado vía bluetooth para alarma vecinal y domiciliaria.* (Doctoral dissertation). Sitio web: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/11612>

### Información de los autores.



**Hesiquio Zarate Landa.** Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico Superior de Escárcega (2011) con Maestría en Ciencias Computacionales y Telecomunicaciones de la Universidad IEU (2020). Docente del área de Redes e Investigador del Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Escárcega de la Ingeniería en Sistemas Computacionales. Miembro de la Línea de Investigación de Ingeniería de Software. Asesor de Hackathon, Startups y proyectos del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica.



**Leonardo Cruz Navarrete.** Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad Autónoma de Campeche (2008) con Maestría en Informática de la Universidad Hispanoamericana (2017). Docente Investigador del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Escárcega de la Ingeniería en Sistemas Computacionales. Colaborador de la Línea de Investigación de Ingeniería de Software. Asesor de proyectos del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica.



**Ivette Stephany Pacheco Farfán.** Ingeniero en Sistemas Computacionales por la Universidad Autónoma de Campeche (2008) con Maestría en Informática de la Universidad Hispanoamericana (2017) y actualmente es estudiante de Doctorado en Proyectos por la Universidad Internacional Iberoamericana. Docente Investigador del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Escárcega de la Ingeniería en Sistemas Computacionales. En el 2018 obtuvo el reconocimiento como Docente con Perfil Deseable por el Programa de Desarrollo Profesional Docente. Líder de la Línea de Investigación de Ingeniería de Software. Ha participado en diversos congresos con exposición de carteles científicos y ponencias nacionales e internacionales. Asesor de proyectos del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica y la Feria Nacional de Ciencias.



**Damián Uriel Rosado Castellanos.** Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Campeche en 2017. Obtuvo el grado de Maestro en Ciencias de la Computación por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) en 2019. Profesor Investigador de la Línea de Investigación de Ingeniería de Software de la Ingeniería en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México campus Escárcega. Fundador de la empresa DensCode de Escárcega, Campeche. Desarrollador del sistema de trayectoria escolar del Instituto Tecnológico Superior de Escárcega. Ha participado como asesor del Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica.



# **Validación de la usabilidad del pronunciador de lengua maya “Ta’an” en el noroeste del Estado de Yucatán.**

## **Validation of the usability of the Mayan language pronouncer “Ta’an” in the northwest of the State of Yucatán.**

Miguel Ángel Couoh Novelo\* (1).

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tizimín.

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

Alexis Antonio Cano Peniche (2). Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tizimín,  
[alex.cano2494@gmail.com](mailto:alex.cano2494@gmail.com).

Nelly Sarahi Martín Interian (3). Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Tizimín,  
[sarahimartin97@gmail.com](mailto:sarahimartin97@gmail.com).

\*corresponding author.

**Artículo recibido en enero 12, 2021; aceptado en febrero 26, 2021.**

### **Resumen.**

*La lengua maya yucateca es la segunda lengua indígena que predomina en la república mexicana según cifras del INEGI, existen comunidades rurales que cuentan con maya hablantes puros y mixtos los cuales se encuentran dispersos en los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. Se diseñó una aplicación móvil capaz de recibir un texto en lengua maya, que mediante un algoritmo es dividido por fonemas para su posterior enunciación en la misma lengua. Este artículo pretende validar la usabilidad del pronunciador de lengua maya “Ta’an” en un ambiente real al implementarlo en comunidades yucatecas donde aún habitan maya hablantes puros o mixtos, como verificación de la factibilidad de utilizar una aplicación móvil en comunidades rurales ante usuarios finales. En lo metodológico, se aplicó un cuestionario con 11 preguntas a pobladores de comunidades del noroeste de Yucatán. Los resultados demuestran que el pronunciador es una excelente idea para su uso en el ámbito educativo según respuestas obtenidas de los encuestados, pero es susceptible de mejoras. Además de ello, se mencionó que el pronunciador puede mejorar añadiendo más módulos con nuevas funciones relacionadas con la lengua maya yucateca.*

**Palabras clave:** Aplicación móvil, lengua indígena, maya hablantes.

### **Abstract.**

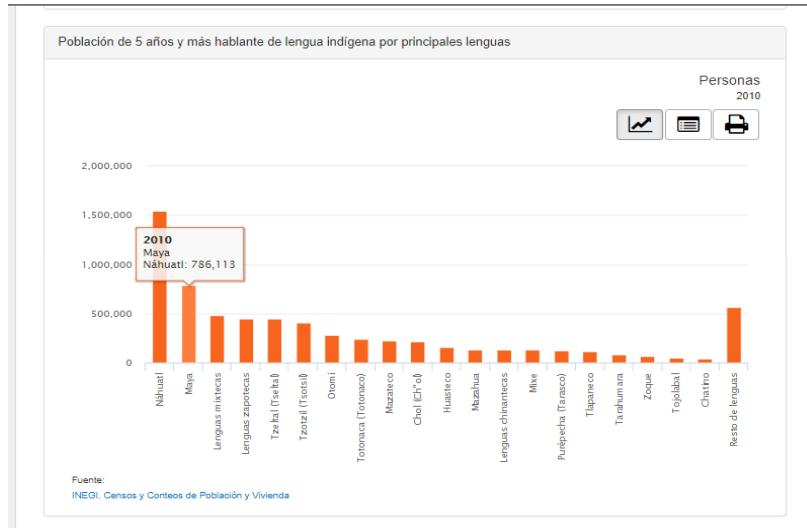
*The Yucatecan Mayan language is the second predominant indigenous language in the Mexican Republic according to INEGI figures, there are rural communities that have pure and mixed Mayan speakers which are scattered in the states of Yucatán, Campeche and Quintana Roo. A mobile application was designed capable of receiving a text in the Mayan language, which by means of an algorithm is divided by phonemes for its subsequent enunciation in the same language. This article aims to validate the usability of the Mayan language pronouncer "Ta'an" in a real environment by implementing it in Yucatecan communities where Mayan pure or mixed speakers still live, as a verification of the feasibility of using a mobile application in rural communities for end users. . Methodologically, a questionnaire with 11 questions was applied to residents of communities in the northwest of Yucatán. The results show that the pronouncer*

is an excellent idea for use in education according to the responses obtained from the respondents, but it is susceptible to improvement. In addition to this, it was mentioned that the pronouncer can improve by adding more modules with new functions related to the Yucatecan Mayan language.

**Keywords:** Mobile app, indigenous language, mayan speakers.

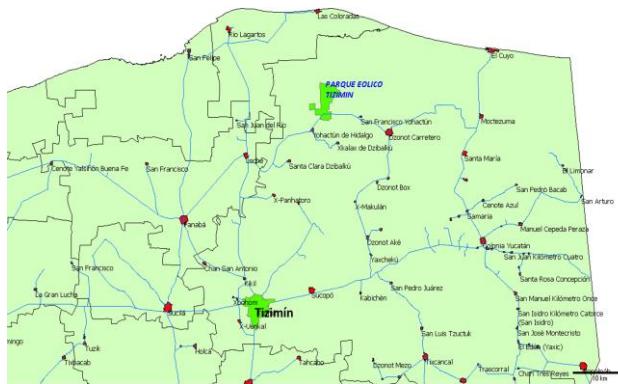
## 1. Introducción.

El maya yucateco es hablado aproximadamente por 786,113 habitantes en los estados mexicanos de Yucatán, Campeche y Quintana Roo (INEGI 2010), de los cuales la mayor cantidad pertenecen al estado de Yucatán. Es la segunda lengua indígena más hablada en la república, sólo después del Náhuatl, ver figura 1.



**Figura 1.** Población de 5 años y más hablantes de lengua indígena por principales lenguas.

El Estado de Yucatán está dividido en 106 municipios agrupados en 7 regiones (poniente, noroeste, centro, litoral centro, noroeste, oriente y sur), entre los cuales, específicamente en el noreste del estado, se encuentra el municipio de Tizimín que cuenta con 87 comisarías, se estima que un total de 12 979 personas hablan alguna lengua indígena en el municipio de Tizimín, principalmente el maya yucateco (INEGI 2010), en la figura 2 se puede visualizar el territorio que abarca el municipio de Tizimín con todas sus comisarías.



**Figura 2.** Mapa del territorio del municipio de Tizimín.

Con el paso de los años se ha notado la pérdida de la lengua indígena maya debido a la discriminación, adaptabilidad y otros factores que causan que los maya hablantes migren de ciudad y de idioma para la obtención de mejores oportunidades de vida.

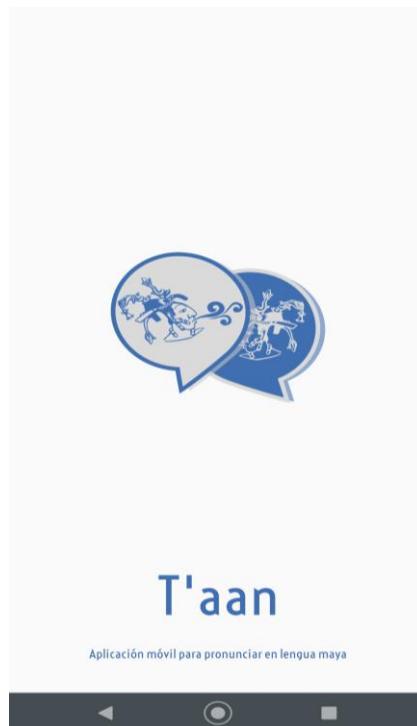
De acuerdo con Serena (2003), la producción y la percepción del habla es a lo que se llama pronunciación. Mediante la vocalización, balbuceo, enunciación y expresión vocal se puede comunicar de manera oral un texto. Una buena pronunciación permite a las personas sentirse cómodas al establecer una conversación, ya que aporta más confianza y seguridad para el desenvolvimiento ante cualquier situación.

La enseñanza de la pronunciación se refiere a la enseñanza de las estrategias que permiten formular adecuadamente y entender un discurso oral, en su conjunto (Cantero, 1998 citado en Villalobos, 2018).

Por otra parte, según Hassenzahl, & Tractinsky, 2006 las reacciones de los usuarios son las percepciones y respuestas de una persona como resultado del uso o de la anticipación del uso de un producto, sistema o servicio, esta reacción es consecuencia del estado interno del usuario, las características del sistema diseñado y el contexto en el que ocurre la interacción.

De acuerdo con Enríquez & Casas (2013) la usabilidad en general tiene que ver con la forma en que se utiliza algún elemento (herramienta, dispositivo electrónico, etc.), es la facilidad con que se usa y si permite hacer lo que se necesita. El servicio de validación de la usabilidad en aplicaciones se ocupa para garantizar con base en ciertos criterios si se permite al usuario el uso sencillo e intuitivo de la aplicación desarrollada.

En el Instituto Tecnológico de Tizimín se desarrolló el pronunciador de lengua Maya Yucateca llamado “Ta’an”, el cual consiste en una aplicación que permite la introducción de una frase escrita en lengua maya que posteriormente se pronuncia según sean los fonemas que conformen la palabra, por lo cual el objetivo es validar la eficacia y la usabilidad de dicho pronunciador.



**Figura 3.** Pantalla de inicio de la aplicación móvil “Ta’an”.

Previo al inicio de las pruebas de validación de la usabilidad se formuló con el equipo investigador la idea de buscar una alternativa que permita preservar y resaltar la lengua maya yucateca y en un futuro ampliarlo a otras lenguas indígenas.

## 2. Métodos.

Para el desarrollo se consideró el uso de la investigación cuantitativa ya que se adecuó a las necesidades del proyecto. Tal como mencionan Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque o paradigma cuantitativo es secuencial y probatorio, puesto que cada etapa continua a la otra.

El diseño de investigación de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) puede ser experimental que administra estímulos, tratamientos y/o intervenciones o no experimental donde se observan los fenómenos sin intervenir en ellos. En este estudio el diseño fue no experimental.

El estudio se realizó en el municipio de Tizimín y comunidades aledañas ubicadas a 160 km aproximadamente de la ciudad de Mérida, capital del Estado de Yucatán y a 190 km aproximadamente de la Ciudad de Cancún, Quintana Roo.

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, ya que debido a la pandemia causada por el coronavirus se presentaron restricciones en las visitas a las comunidades y finalmente la muestra estuvo conformada por 73 personas de entre 12 y 65 años hablantes de lengua maya, habitantes de las comunidades que comprenden el territorio noroeste de Yucatán, estas comunidades son Calotmul, Chan Cenote, Colonia Yucatán, Dzonot Carretero, Espita, Sucilá, Tixcancal, Dzonot Ake, Moctezuma, Samaria.

Las pruebas de validación se trabajaron con las comunidades antes mencionadas. La selección de las comisarías procuró abarcar por lo menos una comisaría de todos los puntos cardinales de la zona noroeste del estado de Yucatán principalmente del municipio de Tizimín, con la característica de ser maya hablantes. En este caso el rango de edad de los encuestados fue de 12 a 65 años, predominando los adultos mayores de entre 30 y 50 años.

El proceso de las visitas fue realizado con todas las medidas sanitarias pertinentes, por lo cual, se generó un formulario creado de la herramienta de Formularios de Google, esto permitió tener disponible el recurso de manera remota desde un dispositivo móvil.

## 3. Desarrollo.

En primera instancia se realizó una extensa investigación de la gramática de la lengua maya yucateca y de su fonética que fue complementada con entrevistas grabadas a maya hablantes de comisarías del municipio de Tizimín. Se consultaron diccionarios en lengua maya apoyados de maestros lingüistas como parte de un convenio de colaboración entre universidades, con el objetivo de conocer con mayor detalle el funcionamiento gramatical de tan preciada lengua.

Esto llevó a la formulación de un algoritmo para la creación del pronunciador de lengua maya que está dividido en tres partes; la primera parte consiste en evaluar una palabra maya, identifica sus fonemas y los separa según sea vocal o consonante. La segunda parte del diagrama de flujo consiste en clasificar cada vocal o consonante para determinar su significado según la posición que tenga cada letra. En la tercera parte las vocales y consonantes se sustituyen por su correspondiente traducción y pronunciación en audio; como se puede ver en las figuras siguientes.

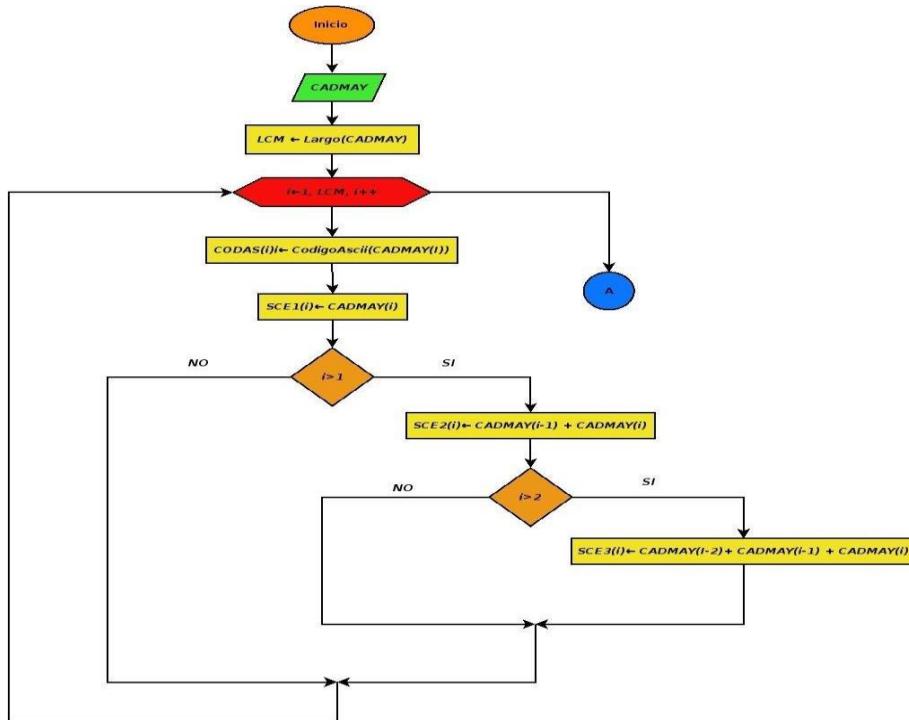


Figura 4. Algoritmo de pronunciación en lengua Maya parte 1.

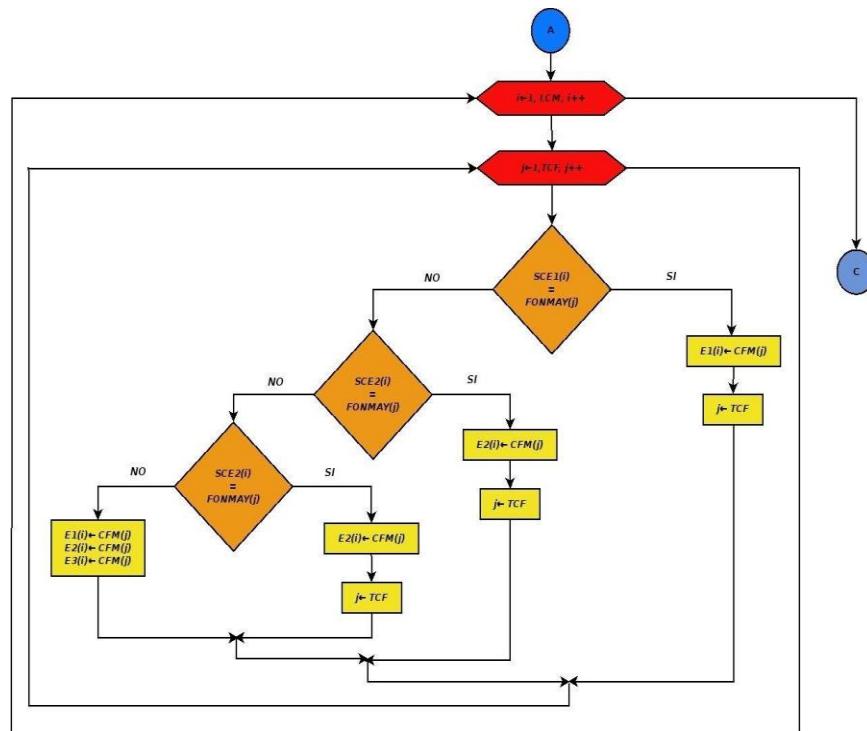
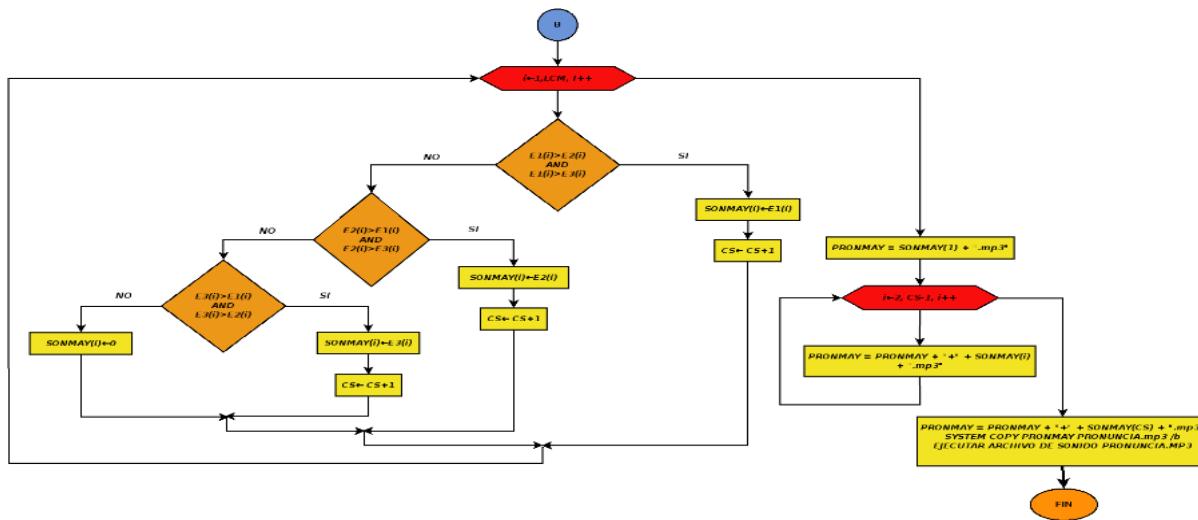


Figura 5. Algoritmo de pronunciación en lengua Maya parte 2.



**Figura 6.** Algoritmo de pronunciación en lengua Maya parte 3.

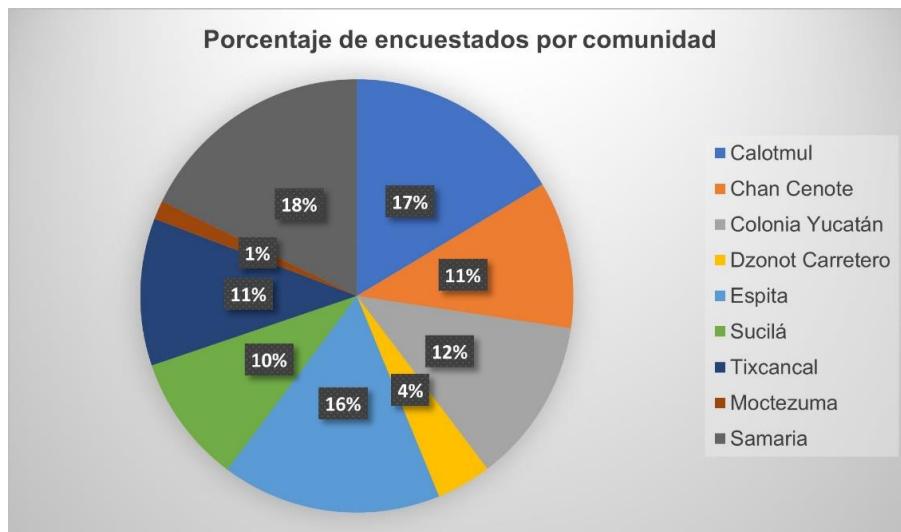
La creación de este algoritmo permitió la codificación del sistema pronunciador en lengua maya que es interpretado en una aplicación móvil para dispositivos con sistema Android.

De manera simultánea durante el proceso de codificación se procedió a la creación de una base de datos de audios que contiene la grabación de cada fonema del léxico maya. Se obtuvieron 88 audios correspondientes a los fonemas de la lengua maya yucateca, 44 en voz femenina y 44 en voz masculina almacenadas en formato .MP3 que tiene mayor compatibilidad. Esto permitió enlazar las peticiones de búsqueda de fonemas del código a los audios de la base de datos y se procedió a la generación del .APK de la aplicación para su instalación en los dispositivos móviles que sirvieron de prueba para las visitas de campo.

El proceso para conocer las opiniones de las personas fue mediante un cuestionario en Formularios de Google y en el caso de las comisarías donde la red telefónica no tiene cobertura se imprimió el mismo cuestionario para aplicarlo de manera física y capturarlos después en el formulario. El cuestionario se conformó de 11 preguntas enfocadas en la usabilidad y el diseño del pronunciador como se puede ver en la figura 7.

**Figura 7.** Cuestionario de Validación del pronunciador “Ta’an”.

Por temas de restricción a causa de la pandemia únicamente se pudieron obtener las respuestas de 73 encuestados de 9 comunidades diferentes como puede verse en la figura 8.



**Figura 8.** Porcentaje de encuestados por localidad.



**Figura 7.** Encuesta en la comunidad de Moctezuma.

#### 4. Resultados y discusión.

Los resultados obtenidos de la población encuestada informan que el fallo más común de “Ta’an” son los audios de la base de datos, ya que según los encuestados, “no se entiende” o “dice otra cosa”, esto surgió a partir del momento de la masterización de los audios grabados para la base de datos de fonemas y al concatenar cada audio de los fonemas para formar la frase final, esto fue porque los audios tienen silencio al principio y al final del mismo, al concatenar el audio suena como un deletreo y existe poca fluidez en la pronunciación. Se obtuvieron recomendaciones de la población joven encuestada, tales como anexar un módulo de traducción de español a maya y un lector de imágenes que pueda reconocer un texto maya y traducirlo al español.

Las visitas de campo a las comisarías de Tizimín aportaron información vital para el mejoramiento y continuidad del pronunciador “Ta’an”, las entrevistas determinaron que el sistema tiene partes por mejorar. Actualmente el proyecto sigue vigente y se están realizando las modificaciones y anexando un módulo de traducción.

Una investigación realizada por Bojórquez (2011) consistió en evaluar la usabilidad de una aplicación móvil que provea información del seguimiento del aprendizaje en los estudiantes, los resultados fueron aprobatorios, la aplicación funcionó, aunque se sugirió incluir una ayuda inicial sobre el uso del sistema, señalar de manera visual y colorida los mensajes de alerta y errores.

En 2019, Crisci realizó un estudio para analizar las variables usabilidad y grado de satisfacción de un módulo de la aplicación BETO entre los jóvenes con discapacidad intelectual. Los resultados mostraron altos niveles de satisfacción en los usuarios, junto a una experiencia de usabilidad sencilla e intuitiva relacionada a la eficiencia y la facilidad para aprender y recordar a BETO.

Contrastando los resultados con las investigaciones antes mencionadas se observan diferencias puesto que en las investigaciones previas se obtuvieron resultados aprobatorios, en el caso del pronunciador “Ta’an” la aplicación funciona, pero es susceptible de mejoras.

## Conclusiones.

La implementación de las nuevas tecnologías ha sido una alternativa accesible para minimizar problemas sociales como el que se presenta en el presente artículo. Esto ha llevado a motivar a las instituciones educativas a generar productividad académica que incluya a los cuerpos académicos, docentes y alumnos. El uso de un traductor y pronunciador de lengua maya propiciaría una mejor comunicación de los pobladores maya hablantes con personas que hablan español para diversas situaciones de su vida diaria como es la venta de productos, solicitud de servicios o relaciones con personas del extranjero, solo por mencionar algunas.

## Créditos.

Los Autores compartimos los créditos con el cuerpo académico “Innovación Tecnológica” del Instituto Tecnológico de Tizimín ya que formulan ideas innovadoras para la conservación de las lenguas indígenas en el estado de Yucatán y el aporte de todo su conocimiento para el desarrollo del proyecto.

## Agradecimientos.

Agradecimientos a todo el equipo investigador y alumnos colaboradores que se unieron al grupo de encuestadores y validadores para las visitas a las comunidades, así como al departamento de Ciencias Básicas que siempre estaba al pendiente y apoyando en el desarrollo de la investigación.

## Referencias Bibliográficas.

- Bojórquez, E. (2011).** Evaluación de la usabilidad de un sistema informático móvil para asesorías de asignaturas en la Universidad Autónoma Indígena de México. *Ra Ximhai*, 7, 33-39.
- Crisci, J. (2019).** *Evaluación de satisfacción y usabilidad de una aplicación móvil para personas con discapacidad intelectual* (Tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica Argentina, Buenos Aires. Recuperado de <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/10187/1/evaluacion-satisfaccion-usabilidad-aplicacion.pdf>

**Enríquez, J. G., & Casas, S. I. (2013).** Usabilidad en aplicaciones móviles. *Informes Científicos Técnicos-UNPA*, 5(2), 25-47

**Hassenzahl, M., & Tractinsky, N. (2006).** User experience – A research agenda. *Behavior and information Technology*, 25(2), 91-97

**Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2010).** *Censo de Población y Vivienda 2010*, México, INEGI.

**Serena, F. J. C. (2003).** *Fonética y didáctica de la pronunciación*. En Mendoza, A. Didáctica de la lengua y la literatura. Madrid: Prentice Hall, 545-572.

**Villalobos, N. (2018).** *La enseñanza de la pronunciación a partir de la oralidad: una propuesta innovadora para estudiantes de español como segunda lengua* (Tesis de maestría). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

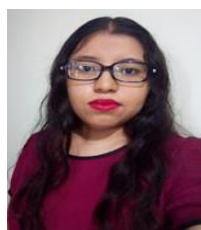
### Información de los autores.



**Miguel Ángel Couoh Novelo**, Profesor del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín, Licenciado en Ciencias de la Computación por la UADY, Maestro en ciencias de la Computación por el ITESM campus Cuernavaca, Doctor en Educación por la Universidad del Sur, líder del cuerpo académico Innovación Tecnológica.



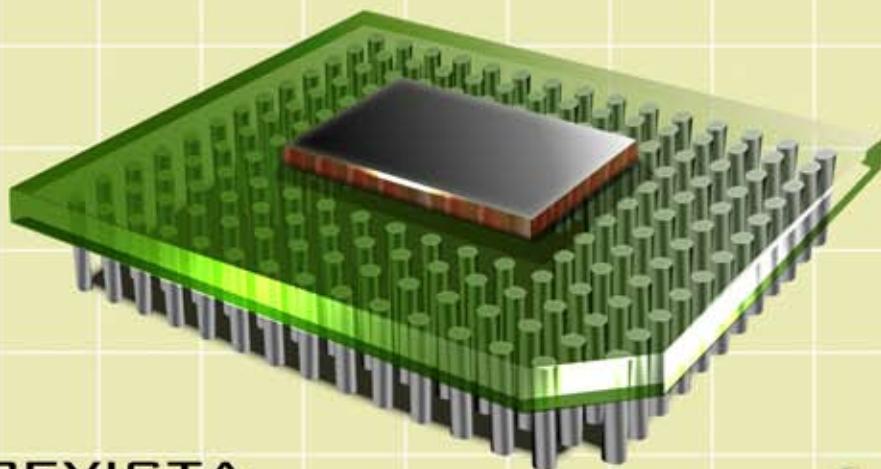
**Alexis Antonio Cano Peniche**, Colaborador del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín, egresado del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín de la Ingeniería Informática.



**Nelly Sarahí Martín Interian**, Colaboradora del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín, egresada de la Universidad Autónoma de Yucatán de la Licenciatura en Educación.







REVISTA  
**TECNOLOGÍA**  
DIGITAL

[www.revistatecnologiadigital.com](http://www.revistatecnologiadigital.com)